Beiträge zum Neubauer-Verfahren zur Bestimmung des Düngerbedürfnisses der Böden.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt von

Karl Steinfatt

cand. chem. aus Warin i. M.

Rostock

Druck von Carl Hinstorffs Hofbuchdruckerei

1926

Referent: Professor Dr. F. Honcamp.

Um die Frage weiter zu klären, inwieweit die *Neubauer*sche Analyse brauchbare Resultate liefert, wurden von mir an hiesiger Versuchsstation Versuche angestellt, über die hier berichtet werden soll.

Die von Professor *Neubauer*[1]) angegebene Arbeitsvorschrift wurde genau eingehalten bis auf kleine Abänderungen, die aber ohne Einfluß sind.

Als Sand diente Hohenbockaer Glassand, der nach dreistündigem Behandeln mit 10 %iger Salzsäure folgende Werte lieferte:

0,0096 % Ca; 0,0021 % P_2O_5; 0,0022 % K_2O.

Nach *Neubauer* ist nicht anzunehmen, daß der Sand nennenswerte Mengen K_2O und P_2O_5 an die Pflanzen abgibt. Dies würde außerdem nicht ins Gewicht fallen, da ja der Blindversuch dieselben Mengen liefern würde und diese Zahlen nachher wieder abgezogen werden. Als Glasgefäße benutzten wir dieselben, die *Neubauer* angibt. Als Roggen wurde zuerst Lischower Roggen von 87 % Keimfähigkeit benutzt. Er wurde mit Uspulun gebeizt und zwar ließ man eine 1%ige Lösung 1—1½ Stunden auf die Körner einwirken. Nach achttägigem Trocknen wurden von den Körnern je 100 abgezählt und gewogen. Das Tausendkorngewicht betrug 41 g.

Es wurde gleich eine größere Reihe von je 100 Körnern abgewogen und in kleinen Papierdüten aufbewahrt. Dies hat, wie *Neubauer* sagt, den Vorteil, daß sich das Gewicht auf denselben Feuchtigkeitsgehalt bezieht, und daher die Resultate einer Blindversuchsreihe für längere Zeit Gültigkeit haben.

Da die Keimfähigkeit der Sorte zu wünschen übrig ließ, wurde später Petkuser Roggen (Originalsaat) genommen, der ebenso behandelt wurde und eine Keimfähigkeit von 99 % hatte.

Die Körner wurden so gleichmäßig wie möglich in konzentrischen Kreisen geordnet, in den Sand mit den Fingern eingedrückt. Bei diesen Arbeiten muß man, wie auch schon *Engels* [2]) bemerkt, darauf acht geben, daß die Körner weder zu tief eingedrückt werden, da sie dann leicht anfaulen, noch zu wenig mit Erde bedeckt werden, da dann sehr leicht die Körner durch die Wurzeln herausgedrückt werden. Bei einem ungleichmäßigen Eindrücken beobachtet man meistens anfangs ein sehr ungleichmäßiges Auflaufen der Pflanzen, doch gleicht sich der Stand innerhalb der 18 Tage wieder aus. Ein hierdurch bedingtes, geringeres Aufnahmevermögen der Pflanzen ließ sich nicht beobachten. Um diesen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, ist vielleicht ein von *Kling* [3]) konstruierter Markierer brauchbar.

Die Glasgefäße wurden gewogen und mit Glasplatten bedeckt stehen gelassen. Vom Einstecken eines Glasröhrchens wurde abgesehen, da es auf das Ergebnis irgendwelchen Einfluß nicht hatte. Nach 3—4 Tagen liefen die Pflanzen auf, gleichzeitig zeigten sich am Boden des Glases die ersten Wurzelspitzen. Berührten die Pflanzen die Glasplatte, so wurde diese entfernt, und täglich die verdunstete Wassermenge wieder ersetzt. Nach 9—10 Tagen konnte man häufig bei sehr guten Böden ein erheblich besseres Wachstum sehen als bei schlechten Böden und namentlich bei den Blindversuchen.

Die Wurzeln hatten sich auf dem Boden des Gefäßes ineinander verfilzt und zeigten häufig braune Flecken, wie sie auch *Opitz* [4]) bemerkt hat. Diese sind wahrscheinlich auf niedere Pflanzenarten zurückzuführen.

Nach 18 Tagen wurden die Pflanzen gezählt und geerntet. Man packt sie beim Schopf, nachdem man vorher die ganze Masse durch Klopfen an die Gefäßwand gelöst hat und kann nun die Pflanzen mit Wurzeln und Erde leicht herausnehmen. Sie wurden auf einem 2 mm Sieb unter einem mäßigen Leitungswasserstrahl sehr sorgfältig von dem anhaftenden Sand

und der Erde befreit. Ganz ließ sich jedoch dies, wie auch *Neubauer* angibt, nicht erreichen, kleinere Mengen (0,2—0,5 g) hafteten so fest an den Wurzeln, daß man sie nicht entfernen konnte, ohne Gefahr zu laufen, von den feinen Würzelchen Teile zu verlieren. Hin und wieder ging auch ein kleines Wurzelende verloren.

Die Wurzeln bildeten ein dichtes verfilztes Netz, einem Lappen vergleichbar, das den Boden vollkommen durchzog und zwar hatten sich die Wurzeln bei ärmeren Böden auffallend stärker entwickelt als bei den nährstoffreicheren. Es handelt sich hier wohl um die Bildung von sog. Hungerwurzeln, die schon früher beobachtet und in der Literatur erwähnt sind.

Die nicht gekeimten Körner sowie die Körnerhülsen, die auf dem Sieb zurückgeblieben waren, wurden mit Wasser abgewaschen, mit einer Pinzette zu den Pflanzen gelegt und das ganze vorgetrocknet, um das Veraschen zu beschleunigen. Die so behandelten Pflanzen wurden in geräumigen Porzellantiegeln (Platinschalen können gut durch sie ersetzt werden) bei nicht zu großer Flamme verascht. Zu hohes Glühen wurde vermieden, der Tiegel mit einem Deckel bald bedeckt und die Veraschung so geführt, daß sie in 4—5 Stunden beendet war.

Die nun folgende Bestimmung der Nährstoffe wurde in Bezug auf Phosphorsäure nach *Neubauer* ausgeführt, das Kali dagegen als Kaliumplatinchlorid gefällt und auf Papierfilterchen gewogen. Der Aschengehalt wurde jedesmal bestimmt, da man dabei einerseits einen Anhaltspunkt für die nötige Menge Platinchlorid hat, andererseits zeigt sie im Vergleich zu den Parallelversuchen, ob bei großer Differenz der Resultate Fehler bei der Analyse vorgekommen sind, oder ob schon der Versuch nicht normal verlaufen ist. Man findet nämlich im allgemeinen bei einem ziemlich gleichen Aschengehalt auch einigermaßen übereinstimmende Werte für K_2O und P_2O_5.

Die Parallelbestimmungen zeigten gute Uebereinstimmung, größere Unterschiede als 1 mg bei der P_2O_5 und 3—4 mg bei K_2O kamen sehr selten vor. Es wurden immer drei Parallelversuche angestellt.

Nach Abzug der Ergebnisse des blinden Versuches erhält man die Menge Nährstoffe, die in 100 g des noch etwas feuchten Bodens enthalten waren. Man rechnet sie auf 100 g trockenen Boden um. Jedenfalls scheint dies ein einfacherer Weg zu sein, als der von *Kling* gewählte, der erst eine Wasserbestimmung in der Feinerde macht, und dann soviel Boden in die Glasgefäße füllt, daß genau 100 g trockener Boden angewandt sind. Dies scheint bei Massenanalysen, und dafür soll doch das Verfahren dienen, umständlich und zeitraubend zu sein.

Zum besseren Verständnis der Berechnung sei ein Beispiel angeführt.

Blinder Versuch.

100 Körner ergaben unter Verwendung von 400 g Sand bei einer Vegetationsdauer von 18 Tagen folgende Werte:

Nr.	Gew. v. 100Körn.	Pfl. zahl	K_2O mg	P_2O_5 mg	Asche mg	1 g Körner lieferte K_2O mg	1 g Körner lieferte P_2O_5 mg	1 g Körner lieferte Asche
1	3.585	99	20.04	19.64	52.9	5.590	5.478	14.76
2	3.522	93	18.18	19.13	51.0	5.162	5.431	14.48
3	3.338	91	17.02	18.00	50.3	5.099	5.292	15.06
4	3.374	98	18.54	19.22	52.5	5.495	5.697	15.56

1 g Körner lieferte demnach im Mittel 5,34 mg K_2O; 5,50 mg P_2O_5; 14,97 mg Asche.

Bei einem Versuch mit einem Boden (Wassergehalt 9,87 %) erhielten wir folgende Zahlen:

a) 100 Roggenkörner wiegen 3,337 g und liefern 95 Pflanzen.

Analysenergebnis:

85,69 mg K_2O 30,01 mg P_2O_5 211 mg Asche.
Auf Grund des blinden Versuches sind abzuziehen für 3,337 g Körner
17,82 mg K_2O 18,36 mg P_2O_5 50 mg Asche,
so daß aus dem Boden stammen

67,87 mg K_2O 11,65 mg P_2O_5 161 mg Asche.

b) 100 Roggenkörner wiegen 3,456 g und liefern 91 Pflanzen.

Analysenergebnis:

85,38 mg K_2O 29,92 mg P_2O_5 206,5 mg Asche.
Abzuziehen auf Grund des blinden Versuches für 3,456 g Körner
18,45 mg K_2O 19,01 mg P_2O_5 51,7 mg Asche,
so daß aus dem Boden stammen

66,93 mg K_2O 10,91 mg P_2O_5 154,2 mg Asche.

c) 100 Körner wiegen 3,357 g und liefern 94 Pflanzen.

Analysenergebnis:

85,06 mg K_2O 29,84 mg P_2O_5 203,4 mg Asche.
Abzuziehen auf Grund des blinden Versuches für 3,357 g Körner
17,93 mg K_2O 18,47 mg P_2O_5 50,2 mg Asche,
so daß aus dem Boden stammen

67,13 mg K_2O 11,37 mg P_2O_5 153,2 mg Asche.

Das Mittel aus a, b und c ist:

67,31 mg K_2O 11,31 mg P_2O_5 156,1 mg Asche.

Umgerechnet auf 100 g trockenen Boden (Multiplikation mit $\frac{100}{90,13}$) ergibt sich der Nährstoffvorrat zu
74,68 mg K_2O 12,55 mg P_2O_5 173,2 mg Asche.

Für alle Versuche wurde der mittlere Fehler nach folgendem Beispiel berechnet: (Jeder Wert der Einzelbestimmung wurde auf Trockensubstanz umgerechnet.)

K_2O mg	Abweichung vom Mittel = v	v^2
75,30	0,62	0,3844
74,26	0,42	0,1764
74,48	0,20	0,0400
Mittel: 74,68	$\sum v^2$ =	0,6008

Mittlerer Fehler = $m = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n\,(n-1)}} = \sqrt{\frac{0{,}6008}{3 \cdot 2}}$

$= \pm 0{,}316.$

Meine Versuche bezweckten einerseits, über verschiedene Fragen in der Methodik der Arbeitsweise Aufklärung zu erlangen, andrerseits auch die allgemeine Anwendbarkeit des Verfahrens in der Praxis nach verschiedenen Seiten zu beleuchten. Es wurde deswegen versucht, folgende Fragen zu beantworten:

1. Ist die Zahl der Pflanzen von Einfluß auf die Nährstoffaufnahme aus 100 g Boden?

2. Welchen Einfluß hat die Vegetationszeit des Versuches?

3. Welchen Einfluß haben verschiedene Roggensorten?

4. Wie weit stimmen die Ergebnisse aus Feldversuchen mit den Neubauerzahlen überein?

5. Sind die Gründe für Unstimmigkeiten in der Verschiedenartigkeit der Bodenarten auf einem Schlage zu suchen?

6. Muß der Untergrund bei der Bodenprobeentnahme mit herangezogen werden?

Ist die Zahl der Pflanzen von Einfluß auf die Nährstoffentnahme aus dem Boden?

Zwei Fragen treten hier auf:

1. Beeinflußt eine geringere Keimfähigkeit der Körner die Nährstoffaufnahme, oder ist es

2. im Gegenteil möglich, die Zahl von 100 Körnern herabzusetzen evtl. wie weit?

Der zweite Fall würde, wenn er angängig ist, immerhin von Vorteil sein, da die Arbeitszeit beim Abzählen der Körner und beim Pflanzen nicht unerheblich abgekürzt würde. Weiter würde auch die Höhe der Fehler herabgesetzt werden, auf die besonders *Mitscherlich*[5]) aufmerksam macht. Denn während bei 100 Körnern die blinde Bestimmung, die in Abzug gebracht werden muß, etwa 18 mg K_2O und 22 mg P_2O_5 beträgt, würde sie bei 50 Körnern nur noch 9 mg K_2O und 11 mg P_2O_5 betragen. Sie wäre dann beim Kali auf $^1/_3$ der Größenordnung des mittleren Resultates, bei der Phosphorsäure aber auf das $1^1/_2$fache der Größenordnung zurückgebracht.

Um diese letzte Frage zu klären, wurden gleichzeitig drei Parallelreihen angesetzt, deren erste mit 100, deren zweite mit 75 und deren dritte mit 50 Roggenkörnern besät wurden. Es wurde Lischower Roggen (Ernte 1923) verwendet, dessen Tausendkorngewicht ca. 41 g betrug.

Die Saat erfolgte am 24. Juni 1924, die Ernte am 11. Juli 1924; also eine Vegetationszeit von 18 Tagen. Der angewandte Boden war ein sandiger Lehm, der nach dreistündigem Behandeln mit 10%iger Salzsäure folgenden Gehalt an Nährstoffen aufwies:

0,087 % K_2O; 0,078 % P_2O_5 0,096 % Ca O.

Die Vegetation verlief durchaus normal. Die verdunstete Wassermenge wurde täglich ersetzt.

Gleichzeitig wurde ein Blindversuch angesetzt und zwar ebenfalls je drei Gefäße mit 100, 75 und 50 Körnern. Es zeigte sich auch hier, wie es bei dieser Roggensorte gewöhnlich war, eine starke Pilzbildung. Die nicht gekeimten Körner waren von einer dicken, mit Pilzen befallenen Schicht umgeben, von der beim

Ernten Teile verloren gingen. Es hatte sich in den ungekeimten Körnern eine weiße schleimige Masse gebildet, die auch *Opitz* bemerkt hat, und die meistens mit ausgewaschen wurde.

Die Zahl der aufgelaufenen Pflanzen war nur gering, etwa 81 %.

Das Ergebnis ist in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1.

Gesäte Körner	Pflanzen	K_2O Aufnahme in mg	P_2O_5 Aufnahme in mg
100	86	11,69 ± 0,458	6,94 ± 0,264
75	58	11,37 ± 0,323	4,06 ± 0,659
50	38	12,71 ± 0,597	4,23 ± 0,454

Dieses Ergebnis zeigt, daß die Kaliaufnahme von 38 Pflanzen ebenso groß ist, wie die von 86. Es scheint also die Zahl von 100 Körnern überreichlich zu sein, um alles im Boden lösliche Kali aufzunehmen.

Anders ist es bei der Phosphorsäure. Hier haben die 86 Pflanzen eine größere Aufnahme gezeigt als 58 und 38. Sie liegt außerhalb des dreifachen mittleren Fehlers.

Allerdings ist dieser Boden mit Kali sehr schlecht, weit unter einem normalen Boden versorgt, während der Phosphorsäuregehalt fast als genügend bezeichnet werden muß. Es fragt sich, ob bei einem gut versorgten Boden eine geringere Zahl von Pflanzen auch in der Lage ist, alles lösliche K_2O und P_2O_5 aufzunehmen. Dies scheint nach einem andern Versuch nicht der Fall zu sein.

Wir hatten im hiesigen Institut, da der Lischower Roggen den Anforderungen nicht entsprach, eine Reihe von Bodenproben mit Brandts Marienroggen angesetzt, worüber später noch berichtet wird. Da dieser Roggen sich als noch unbrauchbarer herausstellte, wurde dieselbe

Reihe mit Lischower Roggen noch einmal angesetzt, und die Resultate verglichen. Es war hierunter ein Boden ausnahmsweise gut versorgt, er ergab mit Lischower Roggen:

Pflz.	K_2O Aufn. in mg	Mittel	P_2O_5 Aufn. in mg	Mittel
83	78,57		16,06	
78	85,10	81,85	15,50	15,78
Dagegen mit Marienroggen:				
52	65,68		10,30	
34	38,98		4,59	

Hier tritt deutlich die geringere Aufnahme durch die wenigen Pflanzen zutage. 34 Pflanzen nahmen nur etwas mehr als die Hälfte von dem auf, was 52 Pflanzen aufnahmen und nicht ganz $^2/_5$ von der Gesamtmenge. Die Phosphorsäureaufnahme ist noch schlechter. Denn daß die geringere Aufnahme lediglich durch die verschiedene Sorte bedingt sein sollte, ist ausgeschlossen, da wir auch Böden mit sehr guter Uebereinstimmung zwischen den beiden Sorten gefunden haben. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß die Pflanzen des Marienroggens sich sehr kräftig entwickelt hatten und bei der Ernte noch keine der sonst üblichen Mangelerscheinungen zeigten. Es ist also wohl möglich, daß bei einer längeren Vegetationszeit diese Pflanzen die restlichen Nährstoffe noch aufgenommen hätten.

Die großen Unterschiede in der Aufnahme finden sich nur bei großen Differenzen in der Zahl der Pflanzen. Bei allen unseren Versuchen konnten wir feststellen, daß es für das Resultat belanglos ist, ob ein Korn mehr oder weniger aufläuft. Als Beispiel seien zwei verschiedene Böden (A und B) mit je 3 Parallelversuchen in Tabelle 2 angeführt.

Tabelle 2.

Gewicht von 100 Körn.	Pflz.	K_2O Aufnahme in mg	P_2O_5 Aufnahme in mg
		A.	
4,24	87	11,08	6,45
4,35	88	11,41	7,36
4,33	83	12,59	7,00
		B.	
3,598	98	21,59	3,41
3,497	91	21,27	3,38
3,490	92	22,42	4,28

Trotz der verschiedenen Pflanzenzahl liegen die Ergebnisse bei beiden Versuchen innerhalb der normalen Fehler, ja hier haben Parallelversuche mit weniger Pflanzen teilweise eine höhere Aufnahme zu verzeichnen als die mit mehr Pflanzen. Beim ersten Beispiel könnte man diese Tatsache evtl. auf ein geringeres Körnergewicht zurückführen. Auch dies scheint nach unseren sonstigen Erfahrungen abwegig zu sein, wie aus den Tabellen am Schluß zu sehen ist.

Daß dem Körnergewicht überhaupt nur ein geringerer Einfluß zuzuschreiben ist, hat auch *Neubauer* schon festgestellt, der allerdings zugibt, daß Körner von geringerem Gewicht prozentual weniger Nährstoffe besitzen als Körner mit höherem Gewicht, daß bemerkenswerte Unterschiede aber erst eintreten, wenn das Gewicht unter 3,6 g für 100 Körner sinkt.

Auffällig ist der große Fehler beim zweiten Versuch mit 75 Körnern (siehe Tabelle I Seite 48). Das erste Gefäß hat über 2 mg Phosphorsäure mehr aufgenommen als das zweite, obgleich das Körnergewicht und auch die Anzahl der aufgelaufenen Pflanzen am niedrigsten von den drei Parallelen sind. Es haben entweder die Pflanzen 2 mg Phosphorsäure mehr aufgenommen oder aber durch den Abzug des blinden Versuches kommt eine so hohe Fehlerquelle in die

Berechnung hinein, daß die Differenz hieraus erklärt werden könnte. Es wurde deswegen versucht, diesen Fehler zu berechnen, worüber später berichtet wird.

Ergebnis.

Die Zahl von 100 Roggenkörnern auf 75 zu ermäßigen, scheint der damit verbundenen Vorteile wegen weiter geprüft werden zu müssen. Bei 100 ausgesäten Körnern spielt die Zahl der aufgelaufenen Pflanzen, so weit sie sich zwischen 90 und 100 bewegt, hinsichtlich der Aufnahme von K_2O und P_2O_5 keine Rolle.

Welchen Einfluß hat die Vegetationsdauer?

Neubauer hält eine Vegetationsdauer von 18 Tagen für das Richtigste. Er hat festgestellt, daß meistens schon nach 14 Tagen die Pflanzen die Höchstmenge der Nährstoffe aufgenommen haben, glaubt aber doch für die große Praxis eine Einheitszeit von 18 Tagen vorschlagen zu müssen. Ueber diese Zeit hinauszugehen, ist nicht angebracht, da die Pflanzen und besonders die Wurzeln dann anfangen zu faulen und beim Auswaschen große Verluste entstehen. Er fand bei längerer Vegetationsdauer immer geringere Werte und führt dies teils auf die eben angeführten Gründe zurück, teils auch auf die Rückwanderung der Nährstoffe, eine Anschauung, die *Lemmermann* [6]) als nicht mehr ganz den Forschungsergebnissen der Jetztzeit entsprechend ansieht. *Opitz* hält eine Vegetationsdauer von 18 Tagen für zu lange, da die Pflanzen dann schon im Zustand des ausgesprochenen Verfalles sind. Weil die Pflanzen schon nach 12—13 Tagen durch Gelbwerden der Spitzen zeigen, daß sie Mangel haben, glaubt er, daß der 14. oder 15. Tag der geeignetste für die Ernte sei.

Wir haben hier Versuche mit zwei verschiedenen Böden angestellt, die eine Dauer von 10 Tagen, 14 Tagen und 18 Tagen hatten. Die einzelnen Versuchsbedingungen waren folgende:

Saatgut: Lischower Roggen (Ernte 23) Keimfähigkeit 87 %, Keimtriebkraft 86 %.

Saat: 2. 8. 24. Ernte: Zu 1 am 11. 8. 24.
Zu 2 „ 15. 8. 24.
Zu 3 „ 19. 8. 24.

1. Blindversuch: 400 g Sand und 80 g Wasser

2. Versuch I: 100 g Boden, 300 g Sand, 80 g Wasser. Der Boden (15) ist ein strenger Lehm. Nach dreistündigem Behandeln mit 10%iger HCl wurden gefunden:

0,154 % K_2O und 0,089 % P_2O_5
Reaktion alkalisch.

3. Versuch II: 100 g Boden, 80 g H_2O, 300 g Sand. Der Boden (13) ist schw. lehmiger Sand. Nach dreistündigem Behandeln mit 10%iger HCl wurden gefunden:

0,097 % K_2O, 0,058 % P_2O_5.
Reaktion alkalisch.

Das Ergebnis zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3.
Blinder Versuch.

Dauer	je g Körner	
	mg K_2O	mg P_2O_5
10 Tg.	4,95 ± 0,090	6,55 ± 0,044
14 „	5,29 ± 0,029	5,72 ± 0,183
18 „	5,23 ± 0,171	5,44 ± 0,286

Dauer	Versuch 1		Versuch 2	
	100 g trockner Boden lieferte mg K_2O	mg P_2O_5	100 g trockner Boden lieferte mg K_2O	mg P_2O_5
10 Tg.	16,36 ± 0,559	6,24 ± 0,552	22,63 ± 0,69	2,88 ± 0,303
14 „	18,11 ± 0,176	7.25 ± 0,753	26,94 ± 0,283	8,47 ± 0,307
18 „	18,75 ± 0,314	8,26 ± 0,195	27,27 ± 0,75	9,74 ± 0,459

Bei dem blinden Versuch fällt der hohe Phosphorsäuregehalt der ersten Versuchsreihe auf. Er liegt außer-

halb des dreifachen mittleren Fehlers und ist selbst nur mit einem kleinen Fehler behaftet, so daß nicht anzunehmen ist, daß es nur ein Zufallswert ist. Es ist möglich, daß hier tatsächlich bei längerer Vegetationsdauer eine Rückwanderung der Nährstoffe stattfindet. Dies ist umso wahrscheinlicher, als schon *Neubauer* und neuerdings auch *Opitz* feststellten, daß der Nährstoffgehalt der im Sand gewachsenen Pflanzen hinter dem der ursprünglichen Körner zurückbleibt (1 mg beim K_2O, 2 mg bei P_2O_5), eine Tatsache, die *Opitz* auf das osmotische Gefälle zurückführt. Daß innerhalb von 10 Tagen diese Rückwanderung noch nicht so groß ist wie in 18 Tagen, ist möglich und wahrscheinlich. Beim K_2O liegen die Werte innerhalb des Untersuchungsspielraumes, wie die einzelnen Zahlen der Parallelen zeigen. Es wurde bei einem Versuch, der 10 Tage dauerte, 5,11 mg K_2O gefunden, hingegen bei einem 18tägigen nur 4,95 mg. (Siehe Tabelle II Seite 48.)

Die K_2O-Aufnahme der beiden Versuche zeigt gleichmäßig, daß nach 10 Tagen die größte Menge noch nicht aufgenommen ist, sondern daß dies erst nach 14 Tagen erreicht ist. Der Unterschied ist beim zweiten Versuch noch erheblich größer als beim ersten. Es mag dies daran liegen, daß der erste Boden an und für sich mit K_2O schlechter versorgt ist, als der zweite, nämlich nur mit 18,75 mg gegen 27,27 mg.

Trotz des großen Fehlers liegt die Aufnahme nach 18 Tagen, die beim ersten Versuch noch gerade an die Fehlergrenze reicht, beim zweiten klar außerhalb dieser Grenze. Auch bei der Phosphorsäure zeigt sich dasselbe Bild, eine allgemeine Richtung, nach 18 Tagen mehr aufzunehmen als nach 10 Tagen. Die Zahlen des ersten Versuches sind nicht stark voneinander abweichend, doch immerhin so stark, daß mit Recht gesagt werden kann, eine zehntägige Vegetationsdauer genüge nicht.

Beim zweiten Versuch fällt die außerordentlich geringe P_2O_5-Menge des zehntägigen Versuches in die Augen. Es sind nur 2,88 mg aufgenommen gegen 8,47 nach 14 Tagen und 9,74 nach 18 Tagen. Die Unter-

schiede zwischen 14 und 18 Tagen aber liegen sowohl bei der Phosphorsäure wie beim Kali innerhalb der Fehlergrenze. Die einzelnen Ergebnisse der Parallelversuche überdecken sich teilweise. So ist der höchste Kaligehalt beim ersten Versuch nach 14 Tagen 18,46 mg, der niedrigste beim 18tägigen Versuch 18,20 mg, also niedriger. Für K_2O beim zweiten Versuch sind die Zahlen 27,43 und 25,98 mg; für P_2O_5 beim ersten Versuch 8,63 mg und 7,97 mg; für P_2O_5 beim zweiten Versuch 9,06 mg und 8,83 mg.

Ergebnis.

Eine Vegetationszeit von 10 Tagen reicht nicht aus, um alle löslichen Nährstoffe aus dem Boden in die Pflanzen zu überführen. In 14 Tagen nehmen die Pflanzen dieselbe Menge an K_2O und P_2O_5 auf wie nach 18 Tagen. Da die Pflanzen schon am 12. und 13. Tag zu verfallen anfangen, ist es wohl zweckmäßiger, schon am 14. oder 15. Tag zu ernten. Leider war der Lischower Roggen keine sehr günstige Sorte für diese Vegetationsversuche, so daß die Ergebnisse mit teilweise großen Fehlern behaftet sind.

Welchen Einfluß haben verschiedene Roggensorten?

Die beiden letztgenannten Böden wurden im November nochmals zur Vegetation angesetzt mit dem jetzt eingetroffenen Petkuser Roggen (Ernte 24) und zwar in Verbindung mit Feldversuchen, über die später berichtet wird. Hier interessiert nur das *Neubauer*-ergebnis. Die Versuchsbedingungen waren folgende:
Saatgut: Petkuser Roggen. Keimfähigkeit 99 %, Keimtriebkraft 96 %.

Saat:	Bd. 13	29. 10. 24.	Ernte: 15. 11. 24.
	Bd. 15	2. 11. 24.	19. 11. 24.

Die Pflanzen waren im geheizten sonnigen Zimmer aufgestellt.

Temperatur ca. 18°. Vegetationsdauer 18 Tage. Nach Abzug des blinden Versuches erhielten wir:

Tabelle 4.

Petkuser Roggen.

100 g trockner Boden Bd.	Pflz.	mg K_2O	lieferte mg P_2O_5
13	97	23,56 ± 0,968	1,96 ± 0,410
15	97	22,36 ± 0,376	4,55 ± 0,094
		Lischower Roggen.	
13	85	27,27 ± 0,75	9,74 ± 0,459
15	82	18,75 ± 0,314	8,26 ± 0,195

Diese Ergebnisse sind nicht irgendwie miteinander in Einklang zu bringen. Eigenartig ist es, daß beim Boden 13 mit Petkuser Roggen in 18 Tagen ungefähr dieselbe Menge aufgenommen wurde, wie mit dem Lischower nach 10 Tagen, nämlich: 23,56 : 22,63 K_2O und 1,96 : 2,88 P_2O_5.

Die Ursache dieser geringeren Aufnahme könnte in der verschiedenen Jahreszeit liegen, nämlich daß im November die Licht- und Wärmeverhältnisse erheblich ungünstiger waren. Das scheint aber unwahrscheinlich zu sein, da verschiedene Forscher, z. B. *Neubauer* und *Opitz,* übereinstimmend keinen Einfluß der Jahreszeit bemerkten. Bei einem unserer Versuche wurde das Ergebnis bestätigt wie folgt:

Bd. 309. Gesät am 14. 4. 25, Ernte: 2. 5. 25.

74,68 mg K_2O; 12,55 mg P_2O_5;
Gesät im Juli 25:
70,62 mg K_2O; 13,23 mg P_2O_5.

Andererseits hat auch der Boden 15 im November mehr Kali aufgenommen als im August.

Daß die verschiedene Aufnahme an der verschiedenen Roggensorte liegt, ist möglich, doch nicht an-

zunehmen, da zwischen einzelnen Roggensorten wohl Unterschiede festgestellt sind, diese aber nicht solche großen Ausmaße annehmen. Es ist bei diesen Versuchen beachtenswert, daß der Lischower Roggen, der nur eine Keimfähigkeit von 81 % hatte, aus dem Boden mehr Nährstoffe herausholte als der Petkuser Roggen, der zu 99 % keimfähig war. Hatte doch *Neubauer* festgestellt, daß Roggen von schlechter Keimfähigkeit nicht brauchbar sei. *Opitz,* der auch die Sortenfrage behandelt, glaubt, daß die Beschaffenheit des Saatgutes nicht belanglos ist, daß die aus schweren Körnern bestehenden Sorten im Vorteil sind. Das würde auch beim Lischower Roggen zutreffen, dessen Tausendkorngewicht im Durchschnitt 40—41 g beträgt, während der Petkuser nur ein solches von 36 g aufweist. Weiter meint *Opitz,* daß das *Neubauer*-Verfahren ein Mittel zur Kennzeichnung einer Sorte ist, da er es nicht für ausgeschlossen hält, daß das Wurzelvermögen der Pflanzen verschieden groß ist und es auf diese Weise geprüft werden kann. Er fand bei vier verschiedenen Sorten mit gleich schweren Körnern zwischen drei Sorten keinen Unterschied, bei der vierten eine allerdings geringe Mehraufnahme.

Opitz nahm hier ein gleich schweres Saatgut der verschiedenen Sorten. Wie würde sich das Ergebnis gestalten, wenn man von zwei im Durchschnitt verschieden schweren Sorten von jeder das beste Saatgut heraussucht und benutzt? Es ist möglich, daß man dabei zu größeren Unterschieden kommt und daß hierdurch das eigenartige obige Ergebnis teilweise geklärt werden kann. Es war uns bisher leider nicht möglich, hierüber weitere Versuche anzustellen.

Durch Zufall sind wir in der Lage, über einen Fall hier berichten zu können, der in dieses Gebiet fällt. Bei den laufenden Untersuchungen im hiesigen Laboratorium war eine Reihe von acht Bodenproben mit Brandts Marienroggen (Ernte 23) angesetzt, da der Lischower Roggen wegen seiner schlechten Keimfähigkeit und des starken Pilzbefalls nicht mehr gebraucht werden sollte.

Die Keimfähigkeit des Marienroggens war noch schlechter. Die Höchstzahl der in allen Gefäßen gefundenen Pflanzen war 55, sie ging aber bis auf 32 hinunter. Eine Untersuchung der gebeizten Körner zeigte auch nur eine Keimfähigkeit von 62 % und eine Keimtriebkraft von 50 %. Die Böden wurden noch einmal mit Lischower Roggen angesetzt (in je zwei Parallelversuchen); die Gefäße mit dem Marienroggen ließ man jedoch wachsen und untersuchte sie, um sie mit den Lischower vergleichen zu können.

Der Marienroggen hatte ein Tausendkorngewicht von 32 g, die aufgegangenen Pflanzen entwickelten sich gut ohne besondere Auffälligkeiten, sie zeigten nach 18 Tagen alle gelbe Spitzen bis auf den Boden Nr. 73. Der Lischower Roggen wuchs normal.

Gesät wurde der Marienroggen am 20./21. Juni 24, geerntet am 7./8. Juli 24. Der Lischower Roggen wurde 12 Tage später angesetzt.

Das Resultat zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5.

Marienroggen.

Bd. Nr.	Pflz.	K_2O-Aufnahme mg	P_2O_5-Aufnahme mg
58	44	16,21	5,29
59	38	21,38	7,23
60	32	13,59	2,72
	47	18,66	6,48
61	57	19,52	5,54
	49		5,98
72	46	31,09	3,12
	57		5,55
73	52	65,68	10,30
	34	38,98	4,59
74	55	35,46	2,94
75	52	35,13	4,02

Lischower Roggen.

Bd. Nr.	Pflz.	K_2O Aufnahme mg	P_2O_5 Aufnahme mg
58	81	15,54	5,93
59	84	25,98	11,45
60	79	16,70	9,26
61	86	14,67	5,82
72	85	36,90	6,92
73	83	78,57	15,78
	78	85,10	
74	88	38,12	2,55
	97		5,59
75	85	40,13	4,78

Betrachtet man die Ergebnisse der Parallelversuche beim Marienroggen, so zeigt sich sowohl beim Kali als auch bei der Phosphorsäure eine befriedigende Uebereinstimmung bis auf die Böden 60, 72 und 73. Die Unterschiede betragen nicht mehr als 1,8 mg Kali und 1,4 mg Phosphorsäure. Bei Boden 60 und 73 ist die schlechte Uebereinstimmung durch dieselbe Ursache bedingt. Hier ist die Zahl der aufgelaufenen Pflanzen zwischen den Parallelversuchen sehr verschieden, nämlich 32 und 47 bzw. 52 und 34. Die Gefäße mit nur 32 und 34 Pflanzen haben eine erheblich geringere Kali- und Phosphorsäureaufnahme als die Parallelen mit der höheren Anzahl Pflanzen. Die Differenz war beim Boden 60 ca. 5 mg K_2O und fast 4 mg P_2O_5. Bei Boden 73 war sie noch größer, nämlich 26,7 mg K_2O und 5,71 mg P_2O_5. Es wurde also beim Boden 60 nur 72,8 % K_2O und 41,98 % P_2O_5, beim Boden 73 nur 52,9 % K_2O und 44,6 % P_2O_5 aufgenommen. Diese großen Unterschiede in der Aufnahme der Nährstoffe sind durch die verschiedene Anzahl der aufgelaufenen Pflanzen bedingt.

Beim Boden 72 stimmt der Wert für Kali überein, der für Phosphorsäure schwankt um 2,4 mg. Ob bei diesem Boden der Fehler an der verschiedenen Pflanzen-

zahl liegt, ist zweifelhaft; denn beim Boden 61 zeigt sich auch ein Unterschied von 57 auf 49 Pflanzen, ohne daß die Phosphorsäurewerte von einander abweichen.

Der Lischower Roggen zeigt ebenfalls unter den Parallelversuchen eine gute Uebereinstimmung bis auf das Kali beim Boden 73 und die Phosphorsäure beim Boden 74. Bd. 73 hat die allergrößte Kaliaufnahme, die überhaupt bei unseren Untersuchungen gefunden wurde; es ist wahrscheinlich, daß die *Neubauer*werte bei so hohen Zahlen leicht um etwas mehr als 5 mg voneinander abweichen. Der Bd. 74 hat in der Phosphorsäureaufnahme einen Unterschied von 3 mg. Die Ursache dieser Differenz konnte nicht festgestellt werden.

Beim Vergleich beider Sorten miteinander ergeben sich widersprechende Resultate. Vollkommen gleich ist das Resultat nur beim Bd. 58. Das Kali stimmt noch überein bei 74 und 60, die Phosphorsäure bei 61, 75 und bedingt auch bei 74. Der Lischower Roggen zeigt eine Mehraufnahme an beiden Nährstoffen beim Bd. 59, 72 und 73, eine Mehraufnahme nur an Kali bei Bd. 75 und eine solche nur an Phosphorsäure bei Bd. 60.

Einzig beim Bd. 61 hat der Marienroggen mehr Kali aufgenommen.

Größtenteils kann man diese Unstimmigkeiten durch die geringere Zahl der Pflanzen beim Marienroggen erklären, so besonders beim Bd. 59, bei dem die beiden Parallelversuche nur 38 und 37 Pflanzen brachten, und beim Bd. 73 und Bd. 60, über den ja vorher schon gesprochen ist.

Ganz aus der Rolle fällt Bd. 61, bei dem der Marienroggen mit 57 und 49 Pflanzen 19,5 mg Kali aufnahm, während der Lischower Roggen mit 87 und 84 Pflanzen nur 14,6 mg aufnahm. Eine Erklärung für diesen Unterschied ließ sich nicht finden, da leider weitere Versuche mit diesen Bodenproben nicht angestellt werden konnten, weil die Proben verbraucht waren.

Im allgemeinen kann man sagen, daß bei diesen beiden Roggensorten die Werte umso besser übereinstimmen, je geringer die Menge der Nährstoffe ist, die zur Verfügung stand. Wenn im Boden nur wenig Nährstoffe vorhanden sind, so werden 50 Pflanzen ihn schon erschöpfen und auch 100 Pflanzen sind nicht imstande, mehr herauszuholen. Sowie aber der Nährstoffgehalt steigt, reichen die wenigen Pflanzen nicht mehr aus, um in 18 Tagen alles aufzunehmen. Die Unterschiede bei diesen Versuchen sind nicht so sehr auf die Sorte als solche zu schieben, sondern die schlechte Keimfähigkeit muß verantwortlich gemacht werden.

Um die Eignung der verschiedenen Sorten zu der *Neubauer*methode zu untersuchen, schien es wertvoll zu sein, die Fehler zu berechnen, die durch den blinden Versuch als solchen bedingt werden. Mit welcher Genauigkeit läßt sich die einem Hundertkörnergewicht von 4,0 g entsprechende Menge Kali und Phosphorsäure bestimmen? Bekanntlich bestimmt man durch die Blindversuche die Mengen Nährstoffe, die in 1 g Körnergewicht enthalten sind. Bei den Bodenanalysen multipliziert man diese Mengen mit dem Gewicht der angewandten 100 Körner und erhält so die Menge an Nährstoffen, die in den 100 Körnern enthalten sind. Ein kleiner Unterschied in den Resultaten aus den Parallelversuchen des blinden Versuches bedingt bei der Bodenanalyse schon, da 100 Körner ca. 4 g wiegen, den vierfachen Fehler.

Multipliziert man also die einzelnen Ergebnisse des blinden Versuches mit 4, so erhält man den Unterschied, der allein durch den blinden Versuch veranlaßt sein kann. Es ist hierbei allerdings zu beachten, daß man das Mittel aus den Parallelversuchen der blinden Versuche als grundlegend annimmt, also kann man nur die Abweichung vom Mittel als tatsächliche Fehler ansehen.

Wir haben diese Rechnung bei den verschiedenen blinden Versuchen durchgeführt und zwar bei den drei Roggensorten, die wir hier benutzten, Lischower-,

Marien- und Petkuser Roggen. Der Lischower und Marienroggen sind schon beschrieben, der Petkuser Roggen war Originalsaat (Ernte 23). Er zeigte von allen drei Sorten das beste Wachstum, hatte eine Keimfähigkeit von 99 % und eine Keimtriebkraft von 96 %. Das Tausendkorngewicht betrug 36 g. Bei ihm zeigte sich keine Pilzbildung.

Die Berechnung ergab folgendes Resultat:

Tabelle 6.

Lischower Roggen.

1 g Körner enthielt		4 g Körner enthalten		Mittel		größte Abweichung vom Mittel	
K_2O mg	P_2O_5 mg	K_2O mg	P_2O_5 mg	K_2O mg	P_2O_5 mg	K_2O mg	P_2O_5 mg
4,92	6,56	19,68	26,24				
4,39	5,57	17,56	22,28	19,71	24,93	2,17	2,65
5,47	6,57	21,88	26,28				

Andere Blindversuche ergaben als größte Abweichung vom Mittel:

1. Beim Lischower Roggen (durchschnittl. Gew. 4 g)
   0,47 mg K_2O 0,65 mg P_2O_5
   1,76 „ „ 1,84 „ „
   1,24 „ „ 2,08 „ „
2. Beim Marienroggen (durchschnittl. Gew. 3,2 g)
   0,66 mg K_2O 1,00 mg P_2O_5
3. Petkuser Roggen (durchschnittl. Gew. 3,6 g)
   0,90 mg K_2O 1,08 mg P_2O_5
   0,69 „ „ 0,25 „ „
   0,90 „ „ 0,72 „ „

Diese Zahlen zeigen, daß der Lischower Roggen am wenigsten geeignet ist für die *Neubauer*versuche, da er die Resultate mit Fehlern bis zu 2,5 mg behaftet. Die Hauptursache der großen Verschiedenheit liegt in der starken Pilzbildung bei den Versuchen, auf die schon wiederholt hingewiesen ist. Wahrscheinlich gehen beim Auswaschen Teile der Pilze verloren und diese

Verluste verursachen die Fehler. Bei den anderen Roggensorten beeinflußt der blinde Versuch das Resultat insofern, als er beim Kali und bei der Phosphorsäure Fehler bis zu einem mg verursachen kann. Es scheint danach tatsächlich so zu sein, daß die Pflanzen in Bezug auf Phosphorsäure genau gleiche Mengen aus dem Boden herausholen und der Unterschied von 1 bis 1,5 mg Phosphorsäure, der nach übereinstimmenden Berichten aufzutreten pflegt, größtenteils auf den blinden Versuch zurückzuführen ist.

In diesem Zusammenhang mag auch eine eigenartige Tatsache bei den *Neubauer*versuchen erwähnt werden, die mehreremale beobachtet ist, und die auch auf diese Fehler im blinden Versuch zurückzuführen ist, nämlich eine negative Phosphorsäureaufnahme. Es wurde bei einem Boden in drei Parallelversuchen in der Analyse gefunden:

mg P_2O_5 19,26 18,86 20,01

Davon war abzuziehen für den blinden Versuch

mg P_2O_5 20,90 20,74 20,76

so daß als Aufnahme übrigbleiben

mg P_2O_5 — 1,64 — 1,88 — 0,75

Dieser Fall steht nicht einzeln da, sondern auch *Lemmermann* und *Lambert*[7]) berichten von solchen Ergebnissen.

Sollte es demnach gelingen, durch besondere Behandlung des Saatgutes den Fehler des blinden Versuches weiter zurückzudrängen, so wäre damit für die quantitative Ausnutzung der *Neubauer*werte viel gewonnen.

Bei den K_2O-Werten tritt dieser Fehler nicht so sehr in Erscheinung, da hierbei Unterschiede bis zu 5 mg keine Seltenheit sind. Die Kaliaufnahme geht also nicht so regelmäßig vor sich wie die Phosphorsäureaufnahme. Man wird hierbei daran erinnert, daß auch schon *Lemmermann* bei seinen Versuchen über die relative Löslichkeit mit Phosphorsäure einigermaßen übereinstimmende Resultate fand, daß beim Kali die Bestimmung aber mehr oder weniger versagte.

Ergebnisse.

Sowohl die Roggensorte, als auch besonders ihre Beschaffenheit ist von großer Bedeutung für die *Neubauer*versuche. Es darf nur einwandfreies Saatgut verwandt werden. Dem Vorschlag von *Opitz,* sich auf eine bestimmte Roggensorte zu einigen, kann nur zugestimmt werden.

Wie weit stimmen die Ergebnisse aus Feldversuchen mit den Neubauerzahlen überein?

Um festzustellen, ob die *Neubauer*sche Methode überhaupt für die Praxis richtige Zahlen liefert, wurden die Resultate mit Feld- und Topfversuchen verglichen. *Neubauer* veröffentlicht in seiner Arbeit eine ganze Reihe derartiger Versuche, bei denen die Böden teils von Versuchsfeldern stammten, die schon Jahre lang unter Kontrolle standen und deren Nährstoffgehalt infolgedessen genau bekannt war, teils aus der Praxis selbst. Er hatte bis auf einen Boden übereinstimmende Ergebnisse. Diese Versuche werden von *Engels* und *Hirschberger* bestätigt. Forscher, wie *Roemer* [8]) und *Opitz,* praktische Landwirte *Schurig* [9]), *von Lochow* [10]) beurteilen die Methode auf Grund von Feldversuchen günstig. Auch in Schweden hat man bei orientierenden Versuchen befriedigende Uebereinstimmung gefunden (*Egner* [11]).

Dagegen fehlt es nicht an Mißerfolgen. *Densch* [12]) kann weder mit Feldversuchen noch mit zahlreichen Topfversuchen die *Neubauer*zahlen in Einklang bringen, ebenso findet *Spuij* [13]) ganz abweichende Werte.

Von uns sind mehrere Bodenproben nach *Neubauer* untersucht und mit Feldversuchen verglichen worden.

Die Ergebnisse sind folgende:

1. Bodenprobe aus Grundshagen.

Frucht: Bohnen. Boden: Lehm, Reakt. alkal.
Gesamtergebnis: Jede Düngung erwies sich als unrentabel, da jedesmal ein Minderertrag gegenüber der ungedüngten Parzelle erzielt war. (Anordnung der Par-

zellen: 1) ungedüngt, 2) N,K,P, 3) N,K, 4) N,P, 5) K,P,.) Unterschiede in der Vegetation waren nicht zu beobachten gewesen.

Die *Neubauer*analyse wurde mit Petkuser Roggen angesetzt am 24. Oktober 1924, geerntet am 10. Nov. 1924. Sie ergab: 19,79 ± 0,927 K_2O; 8,22 ± 0,8 P_2O_5. Der Kali und Phosphorsäurewert stimmt mit dem Feldversuche überein, wenn man für Bohnen eine Grenzzahl von 18 mg Kali und 7 mg Phosphorsäure annimmt*).

2. Bodenprobe aus Christinenfeld. (P_2O_5 Vers.)

Frucht: Zuckerrübe. Boden: sandiger Lehm. Reaktion: schwach sauer.

Die Pflanzen litten an starken Engerlingschäden und unter der Rübenfliege.

Die Düngung mit Superphosphat zeigte eine geringe Wirkung.

Neubauer: 15.76 mg K_2O und 3,97 *mg* P_2O_5 Nach dem Wert von 3,97 war ein erheblicher Mehrertrag zu erwarten, der in dem Maße ausblieb. (Der Grenzwert für Zuckerrüben für P_2O_5 beträgt 10 mg.)

3. Bodenprobe aus Redewisch. (P_2O_5 Versuch.)

Frucht: Futterrübe. Boden: Lehm. Reak. alkal.

Die Pflanzen litten unter Engerlingsfraß und Rübenfliege.

Ergebnis: Geringer Mehrertrag bei 35,6 kg. P_2O_5, deutlicher bei 71,2 kg.

Neubauer: 22,36 mg K_2O und 4,55 mg P_2O_5.

Das Ergebnis stimmt mit dem Feldversuch überein, da der Grenzwert für die Futterrübe bei 12 mg P_2O_5 liegt.

4. Bodenprobe aus Friedrichshof.

Frucht: Hafer. Boden: Sand. Reaktion: alkalisch.

Die Entwicklung des Hafers ist gut und gleichmäßig.

---

*) Diese Zahlen wurden auf Grund einer Neubauerschen Veröffentlichung berechnet. Es wurden bei einer Ernte von 65 dz Bohnen mit Stroh ein Nährstoffentzug von 42 kg P_2O_5 und 112 kg K_2O angenommen (vgl. Stutzer, Düngerlehre, 19. Auflage).

Ergebnis: Sehr geringer Mehrertrag bei Phosphorsäure, kein Mehrertrag beim Kali.

Neubauer: 13,85 mg K_2O; 3,63 mg P_2O_5.

Ein Parallellaufen der *Neubauer*analyse mit dem Vegetationsversuch ist nicht festzustellen (besonders beim Kali).

Schon diese Versuche zeigen ebenso wie auch viele andere in hiesigen Versuchsringen (z. B. *Schirren*[15]), daß die *Neubauer*zahlen teils mit Feldversuchen übereinstimmen, teils nicht. Wie sind solche Unstimmigkeiten zu erklären? *Neubauer*[16]) und *Roemer* haben verschiedene Gründe hierfür angegeben. Zunächst sind sämtliche Feldversuche mit einem mehr oder weniger großen Fehler behaftet, der teils auf abnorme Witterung, teils auf andere Faktoren zurückzuführen ist. Es ist schon oft darauf hingewiesen, daß einjährige Feldversuche keine richtigen Resultate geben, umsomehr als solche Versuche in verschiedenen Jahren sehr verschiedene Ergebnisse liefern. Mit gleichem Recht kann man sagen, daß die *Neubauer*werte richtig sind und die Feldversuche nicht stimmen. *Roemer* führt Beispiele an, bei denen man ohne Frage den *Neubauer*zahlen größeren Wert beilegen muß als den Feldversuchen. So kann doch in einem kalten Sommer bei Feldversuchen, die dann auch bei Volldüngung keine Höchsternten geben, der Nährstoffvorrat eines Bodens vollkommen genügen, bei einer besseren Witterung hätte man aber durch Düngung Mehrerträge erzielt. Die *Neubauer*analyse sagt dann, daß der Boden nicht genügend versorgt ist, und würde ein richtigeres Resultat geben als der Feldversuch.

Weiter kann ein Boden oft infolge seiner physikalischen Beschaffenheit nie solche Höchsterträge geben, wie sie in der oben erwähnten Berechnung von *Neubauer* zugrunde gelegt werden. Hieraus erklärt sich teilweise auch die große Unsicherheit der Grenzzahlen. Diese können nur im großen und ganzen Anhaltspunkte geben, im einzelnen muß jeder Boden individuell behandelt werden. Eine Fehlerquelle für die *Neubauer*-

versuche ist ebenso wie für alle Topfversuche die Art der Bodenprobenentnahme und die Untergrundfrage, zwei Fragen, mit denen wir uns speziell beschäftigt haben.

Sind die Gründe von Unstimmigkeiten in der Verschiedenartigkeit der Bodenarten auf einem Schlage zu suchen?

Bei den diluvialen Böden in Norddeutschland liegen die Verhältnisse so, daß innerhalb eines Schlages oft alle Bodenarten vorkommen. Bei dieser Ungleichmäßigkeit ist es natürlich sehr schwer, eine gute Durchschnittsprobe zu bekommen und aus ihr brauchbare Resultate zu erzielen. Um dies zu klären, ließen wir von solchen Schlägen einmal von den extremen Stellen gesondert eine Probe einsenden, dann von denselben Schlägen eine allgemeine Durchschnittsprobe entnehmen. Die Untersuchung solcher Proben ergab folgende Resultate: (bei sämtlichen Versuchen wurde Petkuser Roggen verwandt, die Proben eines Schlages wurden zu derselben Zeit angesetzt. Auffällige Wachstumserscheinungen sind nicht beobachtet.)

Versuchsring Rostock Ost. (Kl. Kussewitz, Wintergerstenschlag)

Saat: 4. X. 24. Ernte: 21. X. 24.

Bd. Nr.	Bodenart	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O	mg P_2O_5
1	schw. sand. Lehm	12,99	1,71
2	strk. „ „	14,04	0,71
3	lehmiger Sand	12,05	0,57
4	schwach lehmiger Sand	11,58	2,19
5	Lehm	21,80	3,10
6	Durchschnittsprobe	13,63	2,24
Das Mittel von 1—5 ist		14,49	1,66
	Schwankung von	11,58—21,80;	0,57—3,10

Versuchsring Klütz. (Reppenhagen, Bracheschlag)

Saat: 17. X. 24. Ernte: 3. XI. 24.

Größe des Schlages ca. 20 ha. Die Mischprobe stammt aus 35 Einzelproben, die in bestimmter Entfernung von einander gezogen wurden. Die einzelnen Proben zeigen die Hauptarten der im Klützer Ort vorkommenden Bodenarten.

Bd. Nr.	Bodenart	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O	mg P_2O_5
8	durchschnittliche Bodenart (schw. sand. Lehm)	17,35	8,73
9	mildeste Stelle (sand. Lehm—lehm. Sand)	13,87	5,02
10	strenger Lehm	48,58	5,87
11	stark humoser Lehmgrund	20,51	5,73
7	Mischprobe	26,78	5,58
Das Mittel von 8—11 ist		25,08	6,34
	Schwankung von	13,87—48,58;	5,02—8,73.

Versuchsring Goldberg. (Grambow, Schlag 1)

Saat: 15. XI. 24. Ernte: 3. XII. 24.

Ein besonders stark wechselnder Schlag von 120 Morgen Größe. Es wurde eine Gesamtprobe des Schlages ohne Rücksicht auf die Ungleichmäßigkeiten genommen. Der Schlag wurde dann in 8 gleich große (ca. 15 Morgen) Teile geteilt und je eine Probe genommen.

Bd. Nr.	Bodenart	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O	mg P_2O_5
17	humoser sand. Lehm	33,64	10,70
18	milder Lehm	32,12	7,45
19	lehmiger Sand	25,36	3,58
20	schw. lehmiger Sand	20,25	2,57
21	Sand	15,38	0,38

Bd. Nr.	Bodenart	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O	mg P_2O_5
22	lehmiger Sand	24,11	1,34
23	schwach lehm. Sand	27,91	1,37
24	kalkhalt. Sand	23,70	0,0
16	Gesamtschlag (sand. Lehm)	27,92	4,30
Das Mittel von 17—24 ist		25,31	3,42
	Schwankung von	15,38—33,64;	0,0—10,7

Versuchsring Röbel. (Gr. Keller, Bracheschlag)

Saat: 1. XII. 24. Ernte: 19. XII. 24.

Ein etwa 50 Morgen großer abgedüngter Bracheschlag mit großen Bodenverschiedenheiten.

Bd. Nr.	Bodenart	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O	mg P_2O_5
25	lehmiger Boden	18,91	4,79
26	strenger Lehmboden	32,83	7,70
27	steifer mergeliger Lehm	33,57	3,86
28	guter, milder sand. Lehm	17,26	2,56
29	leichter schw. lehm. Sand	22,44	4,04
30	Durchschnittsprobe von 50—60 Stellen	23 03	5,82
Das Mittel von 25—29 ist		25,00	4,59
	Schwankung von	17,26—33,57;	2,56—7,70.

Alle Schläge zeigen dasselbe Bild: sehr große Schwankungen bei der Aufnahme von Kali und Phosphorsäure. Ganz besonders auffällig ist dies beim Versuch 3. Bei diesem sind nicht die extremen Stellen des Bodens gesondert behandelt, sondern ohne Rücksicht auf die Bodeneigenschaften wurde der Schlag in acht Teile geteilt und von jedem Teil eine Probe genommen.

Trotzdem sind derartig hohe Unterschiede zu verzeichnen. Daß hier das Ergebnis des Gesamtschlages sich nicht mit dem Mittel deckt, erklärt *Schirren* damit, daß die Probe 21 aus einem anmoorigen Grunde stammt.

Nach Versuchen von *Tacke* tritt nämlich in Moorböden keine Bewurzelung von Pflänzchen nach der Keimpflanzmethode ein, so daß die Pflanzen auch keine Nährstoffe aus diesem Boden aufnehmen können. Es ist nun denkbar, daß auch auf anmoorigen Böden eine geringere Aufnahme von Nährstoffen stattfindet und in diesem Falle stattgefunden hat. Durch das Vermischen dieses Moorbodens mit Mineralböden soll der Moorboden gewissermaßen aufgesogen sein und der Wurzelbildung keinen Widerstand entgegengesetzt haben, so daß die Aufnahme des Gesamtschlages etwas über dem Mittel aus den einzelnen Teilen liegt. Ob diese Erklärung zutreffend ist, ist zweifelhaft, da die Probe 21 keine abnorme Wachstumserscheinungen zeigte und ein normales Wurzelnetz hatte.

Die geringe Aufnahme scheint nicht für alle Moorböden zuzutreffen, jedenfalls haben wir anmoorige Böden aus Althof bei Doberan untersucht, die sehr große Mengen an Phosphorsäure und Kali lieferten, z. B. 64 mg K_2O und 18,5 mg P_2O_5 und in letzter Zeit hatten wir bei der Kontrolle andere moorige Böden, die durchaus normal wuchsen und gute Nährstoffaufnahmen hatten. Nur bei einer Moorwiese fanden wir eine sehr kleine Aufnahme von 2,81 mg K_2O und 1,52 mg P_2O_5, das Wurzelnetz fiel aber durch seine besondere Stärke auf. Diese Verhältnisse bei den Moorböden sind noch nicht geklärt.

Die Ergebnisse aus den andern Gesamtschlägen stimmen mehr oder weniger mit dem Mittel überein, obgleich dies nicht zu erwarten war. Denn diese extremen Stellen sind sicher nicht zu gleich großen Teilen am Schlage beteiligt.

Bei Versuch 2 wird durch die Probe 10 ein zu hohes Kaliergebnis vorgetäuscht. Würde man nur das Resultat des Gesamtschlages kennen, so würde der

Boden für gut versorgt gelten, obgleich nur die Lehmstelle reichlich versorgt ist, die übrigen Teile aber einer Düngung bedürfen. Dieser Fall scheint typisch zu sein für Unstimmigkeiten mit Feldversuchen. Es ist leicht denkbar, daß ein Feldversuch auf diesem Boden eine Reaktion auf Kali anzeigen würde, da man ja extreme Stellen, hier also den Lehmboden, nicht zur Anlage von solchen benutzt, und die übrigen Teile des Schlages im Durchschnitt nur 17 mg Kali enthalten. Bei der Phosphorsäure hätte man hier ebenfalls eine Abweichung vom Feldversuch erhalten können. Denn der Feldversuch wäre doch auf der durchschnittlichen Bodenart ausgeführt worden, die hier genügend mit Phosphorsäure versorgt ist. Es hätte wahrscheinlich keinen Ausschlag gegeben, obgleich die Durchschnittsprobe mit 5,58 mg nach *Neubauer* eine Reaktion erwarten ließ.

Aehnlich liegen die Verhältnisse beim Versuch 4. Einzig der Versuch 1 hätte wahrscheinlich ein einigermaßen richtiges Bild gegeben, aber auch nur deshalb, weil hier die am besten versorgte Stelle noch weit unter der Norm liegt, so daß hier auf jeden Fall beide Versuche ein Phosphorsäure- und Kalibedürfnis angezeigt hätten.

Ergebnisse.

Diese Versuche zeigen, daß eine Durchschnittsprobe von einem Schlage nicht immer ein zutreffendes Bild gibt. Eine Bodenprobeentnahme kann deshalb nicht sorgfältig genug vorgenommen werden, vor allen Dingen muß man extreme Stellen ausschalten und gesondert untersuchen lassen.

Erhebliche Schwankungen im Boden lassen Unstimmigkeiten der *Neubauer*analyse mit den Feldversuchen leicht erklärlich erscheinen.

Es ergibt sich ferner, daß bei der Düngung eines Schlages mit solchen Verschiedenheiten nicht gleichmäßig verfahren werden darf, sondern schlechtere Stellen mehr versorgt werden müssen als bessere, soll der Dünger seine größtmögliche Wirkung erzielen; es

muß die Düngung auch innerhalb eines Schlages nach Möglichkeit individuell erfolgen.

Muß der Untergrund bei der Bodenprobeentnahme mit herangezogen werden?

Ueber die Bedeutung des Untergrundes für die Ernährung der Pflanzen ist in letzter Zeit viel diskutiert worden. Sollte doch das Nährstoffkapital des Untergrundes, das man teilweise sehr hoch einschätzte, durch vermehrten Bau von Tiefwurzlern mobilisiert werden und uns in Bezug auf Phosphorsäure vom Auslande unabhängig machen.

Daß die Pflanzen tatsächlich in der Lage sind noch aus größerer Tiefe Nährstoffe aufzunehmen und zu verwerten, ist einwandfrei nachgewiesen, besonders durch *Lemmermann*. Er fand, daß Getreide den Phosphorsäurebedarf aus Tiefen bis zu 50 cm gut decken konnten, ja, daß noch Phosphorsäure in einer Tiefe von 75 cm von Einfluß auf das Wachstum war. Nur war man sich über die Höhe der Nährstoffmenge im Untergrund recht wenig klar und überschätzte sie im allgemeinen, da sie sich nur schlecht bestimmen ließ. Mit dem Feldversuch kam man in dieser Hinsicht nicht weiter, in der *Neubauer*analyse scheinen wir aber ein gutes Mittel zu haben, hier Klarheit zu bekommen.

Zahlreiche Untersuchungen sind hierüber gemacht worden und haben ziemlich übereinstimmend gezeigt, daß der Nährstoffvorrat des Untergrundes nur gering, teilweise verschwindend klein ist (namentlich an Phosphorsäure). *Neubauer* glaubt, diese geringe Menge dadurch erklären zu können, daß von den Phosphorsäuredüngemitteln infolge ihrer Absorption die meisten in der Ackerkrume festgehalten werden und fast gar nicht in den Untergrund gelangen; dieser behält vielmehr seinen ursprünglichen Zustand bei, wie er vor der modernen Düngerwirtschaft war. Kalidüngemittel scheinen leichter als Phosphorsäuredüngemittel in den Unter-

grund zu gelangen, jedoch auch nur in geringer Menge, so daß man für Kali auch nicht viel Zuschuß aus dem Untergrund zu erwarten habe.

Ob man dem ganz zustimmen kann, ist noch sehr zweifelhaft, namentlich dann, wenn die Krume nur wenig mit Nährstoffen versorgt ist. Die Pflanzen werden versuchen, sich dann aus unteren Schichten zu ernähren. Ganz besonders werden dies die tiefwurzelnden Pflanzen tun, z. B. die Rübe, und für sie wird der Nährstoffvorrat des Untergrundes eine gewisse Bedeutung haben. Sollte diese Tatsache nicht auch ein Grund dafür sein, daß die *Neubauer*zahlen sich mit Feldversuchen nicht decken? *Neubauer*[14]) selbst schlägt deshalb vor, die Grenzzahlen für flachwurzelnde Kartoffeln zu erhöhen und sie für Tiefwurzler, wie Luzerne, zu erniedrigen.

Um auch für die hiesige Gegend den Gehalt des Untergrundes an pflanzenlöslichen Nährstoffen festzustellen, wurden von verschiedenen Schlägen Krume und Untergrund untersucht; das Ergebnis zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 7.

Bd. Nr.	Bodenart	K_2O Neubauer		P_2O_5 Neubauer	
		Krume	Grund	Krume	Grund
32/33	lehm. Sand/Sand	17,12	8,91	3,08	0,91
34/35	Sand/Sand	32,05	13,13	4,75	2,09
36/37	schw. lehm. Sand milder Lehm	15,09	21,76	1,92	3,69
38/39	lehm. Sand/ milder Lehm	24,73	15,18	4,49	1,46
40/41	humos. lehm. Sand milder Lehm	24,11	13,49	2,81	1,70
42/43	Sand/lehm. Sand	22,62	15,50	3,13	2,55
54/55	schw. lehm Sand	20,26	8,50	2,22	0,83

Bd. Nr.	in 10%iger HCl wurd. gelöst % K_2O in Prozent.d.Bodenmenge		% P_2O_5	
	Krume	Grund	Krume	Grund
32/33	0,073	0,046	0,063	0,049
34/35	0,093	0,051	0,070	0,069
36/37	0,075	0,091	0,053	0,044
38/39	0,080	0,077	0,057	0,044
40/41	0,068	0,070	0,058	0,068
42/43	0,084	0,073	0,042	0,061
54/55	0,106	0,058	0,066	0,057

Die Krume wurde aus einer Schicht von ca. 25 cm Tiefe genommen, der Untergrund bis zu 75 cm. Bis auf eine Ausnahme bestätigen diese Zahlen, daß der Untergrund teilweise erheblich weniger Vorrat an Nährstoffen hat als die Krume und daß er oft nur minimal versorgt ist.

Der Kaligehalt in der Krume liegt zwischen 15 und 32 mg, der des Untergrundes zwischen 8,5 und 21,7 mg. Der Phosphorsäuregehalt schwankt bei der Krume zwischen 1,92 und 4,75 mg, der des Untergrundes zwischen 0,8 und 3,7 mg.

Interessant ist das Ergebnis von Bd. 36/37. Hier ist der Untergrund erheblich besser gestellt als die Krume. Daß namentlich solche Böden bei den *Neubauer*-Analysen abweichen und zu Fehlschlüssen Anlaß geben, liegt auf der Hand. Man sieht, daß die Untersuchung vom Untergrund nicht immer belanglos ist.

Sämtliche Böden zeigen einen sehr geringen Vorrat an Phosphorsäure schon in der Krume. In diesem Falle würde der Untergrund, obgleich er noch schlechter versorgt ist, sicher zur Ernährung der Kulturpflanzen beitragen müssen. Das Verhältnis des Kali- und des Phosphorsäuregehaltes von Krume zu Untergrund ist in keiner Weise ein konstantes, sondern schwankt sehr. Hiernach scheint es zweifelhaft zu sein, ob man den Nährstoffvorrat, den man in der Krume gefunden hat, einfach verdoppeln kann, um auch den des Unter-

grundes zu berücksichtigen, wie es *Mitscherlich* bei seiner Gefäßmethode tut. Allerdings spielt hierbei die Mächtigkeit der Krume eine Rolle.

Auch nach einer anderen Richtung hin geben diese Untersuchungen einen wertvollen Aufschluß. Es zeigt sich nämlich, daß die Löslichkeitsverhältnisse der Nährstoffe in Krume und Untergrund verschieden sind, und zwar ist größtenteils die Löslichkeit der Krume größer als die des Untergrundes, wie folgende Tabelle zeigt:

Tabelle 8.

Bd. Nr.	Von dem in 10 %iger HCl löslichen K_2O sind nach Neubauer aufgenommen in % in der Krume	dem Grund	P_2O_5 der Krume	dem Grund
32/33	23	19	5	1,9
34/35	35	26	6,8	3
36/37	20	24	3,6	8,4
38/39	31	19	8	3,3
40/41	36	19	5	2,5
42/43	27	21	7,5	4,2
54/55	19	15	3,4	1,5

Bis auf den Boden 36/37, der auch schon bei der Nährstoffaufnahme eine Ausnahmestellung einnahm, zeigen sämtliche Böden in der Krume eine größere prozentuale Löslichkeit als im Untergrund und zwar sowohl bei dem Kali als auch bei der Phosphorsäure. Die Löslichkeit schwankt bei der Krume von 19—36 % für Kali, beim Grund von 15—26. Für die Phosphorsäure sind die Zahlen 3,4—8 und 1,5—8,4. Bei ihr hat also der eine Boden 37 im Untergrund die größte Löslichkeit und zwar eine so hohe, wie sie in der Krume von keinem Boden erreicht wird.

Wir haben diese Versuche über die Krume und den Untergrund noch weiter fortgesetzt und sind dazu übergegangen, sowohl eine Probe der Krume und des

Untergrundes einzeln als auch eine Mischprobe von beiden zu untersuchen. Es sollte festgestellt werden, ob eine solche Mischprobe das Mittel aus beiden Untersuchungen gab oder ob sich in dem Boden Umsetzungen vollzogen, die eine Vermehrung oder Verminderung der Aufnahme veranlaßten.

Diese Versuche wurden auf zwei verschiedene Arten ausgeführt. Einmal wurde auf dem Feld eine Probe der Krume und eine des Untergrundes an derselben Stelle entnommen und diese einzeln untersucht. Im Laboratorium wurden dann 50 g von jeder Probe mit einander gemischt und die Aufnahme in dieser Mischung festgestellt. Die Ackerkrume wurde bis zur Pflugsohle (ca. 25 cm) genommen, der Grund bis ca. 75 cm unter der Oberfläche.

Zweitens wurden auf dem Felde direkt je eine Probe von 1—25 cm, eine von 26—75 cm und eine dritte von 1—75 cm genommen und diese drei Proben einzeln auf ihren Nährstoffgehalt geprüft.

Die ersten Proben (Bd. 56—70) stammen aus Schmachthagen bei Grevesmühlen und sind sandige Lehmböden, teils reiner Lehm; die zweite Serie (Bd. 48 bis 53) sind stark humose lehmige Sandböden von Althof bei Doberan. Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 9.

Bd. Nr.	K_2O Neubauer			P_2O_5 Neubauer		
	Krume	Grund	Mischg.	Krume	Grund	Mischg.
48—50	47,20	12,94	52,18	8,51	2,68	5,74
51—53	35,13	15,14	19,40	8,50	2,18	2,91
56—58	17,63	11,26	14,88	4,95	7,15	6,50
62—64	24,97	14,09	18,94	4,54	2,01	2,98
65—67	23,62	17,94	19,86	4,31	2,67	3,76
68—70	39,27	18,07	28,61	5,67	3,31	4,90

in 10 %iger HCl wurden gelöst in Prozenten der Bodenmenge

Bd. Nr.	K_2O			P_2O_5		
	Krume	Grund	Mischg.	Krume	Grund	Mischg.
48—50	0,123	0,065	0,095	0,094	0,059	0,080
51—53	0,107	0,089	0,097	0,084	0,057	0,061
56—58	0,103	0,079	0,090	0,087	0,093	0,090
62—64	0,130	0,073	0,100	0,063	0,062	0,065
65—67	0,127	0,064	0,097	0,078	0,053	0,062
68—70	0,162	0,100	0,143	0,097	0,068	0,092

Auch hier sind die Krumen teils besser, teils erheblich besser mit Nährstoffen versorgt als die Untergrundproben. Nur bei Bd. 56, 57 ist der Phosphorsäuregehalt des Untergrundes größer als der der Krume. Der Kaligehalt der Krume schwankt zwischen 17,6 mg bis 47,20 mg, der des Untergrundes zwischen 11,3 bis 18,9 mg. Der Phosphorsäuregehalt zwischen 4,3—8,5 mg und 2,0—7,1 mg. Der Untergrund ist also bis auf eine Ausnahme nur sehr schlecht versorgt.

Auffällig ist der große Unterschied von Bd. 48/50, wo der Kaligehalt der Krume mit 47 mg um 35 mg größer ist als der des Grundes und ebenso der Phosphorsäuregehalt von 8,5 auf 2,7 mg fällt. Es ist dies ein stark humoser Lehmboden; hier scheint also der Humusgehalt des Bodens die künstlichen Düngermittel besonders gut absorbiert zu haben.

Bei der Reihe Bd. 56—70 ist das Ergebnis der Mischung ohne Ausnahme das Mittel aus den Ergebnissen der Krume und des Grundes und zwar sowohl beim Kali als auch bei der Phosphorsäure. Es hat hier die Löslichkeit der Nährstoffe sich nicht verändert.

Die Reihe Bd. 48—53 zeigt zwei eigenartige sich

selbst widersprechende Resultate. Betrachten wir zuerst die Ergebnisse der Bd. 48—50. Die Krume ist mit 47,2 mg für sehr reichlich versorgt anzusehen, während der Untergrund nur 12,9 mg Kali enthält, und trotzdem zeigt die Mischung die größten Werte, nämlich 52,2 mg. Dazu kommt noch, daß bei der chemischen Analyse der Kaligehalt der Mischung genau das Mittel zwischen dem der Krume und dem des Untergrundes ist. Die Ursache dieses Widerspruches ist unerklärlich. In verschiedenen Wachstumsbedingungen ist sie nicht begründet, da alle drei Proben zu derselben Zeit wuchsen und ständig nebeneinander standen. Ob er in der Art der Probenentnahme liegt, muß bezweifelt werden, denn sowohl bei der chemischen Bodenanalyse als auch bei der Phosphorsäureaufnahme der Pflanzen ist der Wert der Mischung der Mittelwert aus Krume und Untergrund. Die Parallelversuche zeigen alle sehr gute Uebereinstimmung untereinander.

War bei diesen drei Böden der Kaligehalt der Mischung vom Untergrund scheinbar nicht beeinflußt, der Phosphorsäuregehalt aber in der Mitte zwischen Krume und Grund liegend, so zeigten die Böden 51—53 entgegengesetzte Resultate. Hier bleibt die Kali- und Phosphorsäureaufnahme der Mischung weit hinter dem Mittel zurück. Eigentlich müßte man das auch erwarten, da ja für die Krume eine Schicht von 25 cm herangezogen wurde, während vom Grunde 50 cm genommen wurden. Die Mischung besteht also aus $^2/_3$ Grund und nur $^1/_3$ Krume. Berechnet man so den Wert, den die Mischung zeigen müßte, so erhält man theoretisch 21,8 mg K_2O und 4,29 mg P_2O_5. Der Kaliwert nähert sich hier dem tatsächlich gefundenen Wert, während der der Phosphorsäure auch jetzt noch zurückbleibt. Die Gesamtnährstoffmengen liegen auch hier bei der Mischung ziemlich im Mittel von den Werten der Krume und des Untergrundes.

Die verschiedene Löslichkeit der Nährstoffe zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 10.

Bd.Nr.	Von dem in 10 %iger HCl löslichen K_2O sind nach Neubaner aufgenommeu in % in d.Krume	d.Grund	d.Misch.	Von dem in 10 %iger HCl löslichen P_2O_5 sind nach Neubaner aufgenommeu in % in d.Krume	d.Grund	d.Misch.
			I.			
48/50	38,4	19,9	54,9	9,0	4,5	7,2
51/53	32,8	17,0	20,0	10,1	3,8	4,8
			II.			
56/58	17,1	13,9	16,5	5,7	7,7	7,2
62/64	19,2	19,3	18,9	7,2	3,2	4,6
65/67	18,6	28,2	20,5	5,5	5,0	6,1
68/70	24,2	18,0	20,0	5,8	4,9	5,3

Auch bei diesen Böden hat der Grund durchweg eine geringere Löslichkeit als die Krume, bis auf den Boden 65, bei dem das Kali im Untergrund mehr löslich ist und Bd. 56, dessen Phosphorsäure im Untergrund eine größere Löslichkeit besitzt. Bei diesem Boden war auch die absolute Aufnahme von Phosphorsäure im Untergrund höher. Die Zahlen schwanken fast in denselben Grenzen wie bei den vorherigen Versuchen, nämlich für Kali

in der Krume	im Untergrund
17,1—38,4	13,9—28,2

für P_2O_5

in der Krume	im Untergrund
5,5—10,1	3,2—7,7

Die Schwankungen in der Löslichkeit sind sehr erheblich. Vor allen Dingen ist die Löslichkeit im Untergrunde teilweise sehr groß, so daß er für den Bedarf der Pflanze stark ins Gewicht fallen kann. Die Untersuchung des Untergrundes ist deshalb unter Umständen von praktischer Bedeutung.

Ergebnisse.

Zusammenfassend kann man sagen, daß der Untergrund in der Regel weniger gut versorgt ist als die Krume. Er kommt erst in zweiter Linie für die Ernährung der Pflanze in Frage. Fälle, in denen er besser versorgt ist und größere Mengen an leicht löslichen Nährstoffen hat, kommen vor. Sie werden zu gewissen Unstimmigkeiten des *Neubauer*verfahrens mit den Feldversuchen führen. Deshalb ist die Untersuchung des Untergrundes in solchen Fällen sehr zu empfehlen. Die prozentuale Löslichkeit der Nährstoffe ist ebenfalls im Untergrund geringer als in der Krume, wenn auch nicht immer sehr erheblich.

Statistik der an der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Rostock bis Ende August 1925 nach Neubauer untersuchten Böden.

Die Landwirtschaftliche Versuchsstation in Rostock hat bis zum 31. Juli 1925 nach *Neubauer* 347 mecklenburgische Bodenproben und 26 Untergrundproben untersucht.

Von diesen 347 Bodenproben enthielten 304 weniger als 8 mg Phosphorsäure und 164 weniger als 18 mg Kali. Nimmt man 8 mg Phosphorsäure und 18 mg Kali als Grenzzahlen an, bei denen der Boden für Getreide genügend versorgt ist (für Hackfrüchte werden erheblich höhere Zahlen verlangt), so sind 88 % der Böden phosphorsäure- und 47 % kalibedürftig. Es sind dies hohe Prozentzahlen, denn *Neubauer* [16]) fand in Dresden bei 600 Böden 48 % P_2O_5- und 45 % K_2O-bedürftig, *Roemer* [16]) in Halle bei 1100 Böden 65 % P_2O_5- und nur 26 % K_2O-bedürftig.

Der kaliärmste Boden stammte aus dem Amte Grabow und hatte 3,49 mg K_2O. Bei 4 Böden aus verschiedenen Gegenden ließ sich ein Gehalt an aufnehmbarer P_2O_5 überhaupt nicht feststellen. Der kalireichste mit 81,85 mg entstammte dem Amte Stavenhagen, der

phosphorsäurereichste mit 18,46 mg (ein milder anmooriger Lehm) dem Amte Doberan. Man sieht hieraus die großen Unterschiede im Nährstoffvorrat der Böden.

Von den 26 Untergrundproben hatten nur vier mehr als 18 mg Kali und zwei mehr als 6 mg Phosphorsäure. Der mittlere Gehalt an K_2O war 14,51 mg, an P_2O_5 2,12 mg. Die höchste Kalizahl war 21,97 mg, die niedrigste 6,43 mg; der phosphorsäurereichste Boden hatte 7,15 mg, der ärmste überhaupt keine Phosphorsäureaufnahme.

Ein interessantes Ergebnis gibt auch folgende Statistik (vergl. *Göttsch* [17]): Legt man 18 mg Kali und 8 mg Phosphorsäure als Grenzzahlen zugrunde, so zeigten von den 347 Böden

eine genügende Versorgung mit beiden Nährstoffen	39 = 11,2 %
Kalimangel bei genügender Versorgung mit P_2O_5	4 = 1,2 %
Phosphorsäuremangel bei genügender Versorgung mit K_2O	144 = 41,5 %
Mangel an beiden Nährstoffen	160 = 46,1 %

Diese Tabelle wurde nach den geologischen Verhältnissen eingehender behandelt.

Ueberblickt man die geologische Tafel von Mecklenburg (*Geinitz* [18]), so zerfällt Mecklenburg in ganz groben Zügen in zwei Teile, die bezeichnet sind als 1) „vorwiegend Lehm“ (Geschiebemergel) und 2) „vorwiegend Sand“ (Sandur- und Talsande). Um festzustellen, ob zwischen den Böden, die aus dem ersten Teil und denen, die aus dem zweiten Teil stammen, bemerkenswerte Unterschiede seien, wurde die vorhergehende Tabelle spezialisiert.

Als Grundlage hierfür diente die Aemtereinteilung des Landes. In der ersten Tabelle sind die Aemter, deren Bodenart „vorwiegend Lehm“ ist, zusammengestellt, in der zweiten die mit „vorwiegend Sand“.

Bei den Aemtern Lübz, Röbel und Waren, in denen die Grenze zwischen Lehm und Sand liegt, wurden die Bodenproben, die aus dem Lehmgebiet stammten, in der ersten Tabelle, die Proben aus dem Sandgebiet in der zweiten Tabelle aufgeführt.

In der Tabelle gibt die Spalte 2 die Anzahl der Güter an, die Proben schickten, Spalte 3 die Zahl der Proben. Die Spalten 4—7 zeigten die Versorgung der Böden und zwar Spalte 4 diejenigen, die mit beiden Nährstoffen genügend versorgt sind, Spalte 5 zeigt K_2O-Mangel und genügend P_2O_5 an, Spalte 6 genügend K_2O und P_2O_5-Mangel und Spalte 7 Mangel an beiden Nährstoffen.

Tabelle 11.

Vorwiegend Lehm.

Amt	Zahl der Güter	Zahl der Proben	K_2O+ P_2O_5+	K_2O- P_2O_5+	K_2O+ P_2O_5-	K_2O- P_2O_5-
Bützow	2	10			3	7
Dargun	3	11	1		5	5
Doberan	9	45	8		5	32
Greves-mühlen	10	25	1		16	8
Güstrow	19	64	8	1	25	30
Rostock	9	26	3	1	14	8
Schwerin	4	16	6		3	7
Stavenhagen	7	36	1		26	9
Wismar	4	8	1		6	1
Meckl. Strel.	1	4	3		1	
Lübz	7	12			5	7
Röbel	2	2			2	
Waren	8	42	6		22	14
Summe:	85	301	38	2	133	128

Tabelle 12.

Vorwiegend Sand.

Amt	Zahl der Güter	Zahl der Proben	$K_2O + P_2O_5 +$	$K_2O - P_2O_5 +$	$K_2O + P_2O_5 -$	$K_2O - P_2O_5 -$
Boizenburg	1	2				2
Grabow	1	1				1
Hagenow	3	13			3	10
Neustadt	2	5		1		4
Warin	2	7			5	2
Lübz	8	12	1	1	1	9
Röbel	2	2				2
Waren	1	4			2	2
Summe:	20	46	1	2	11	32

Es waren hiernach von den Böden, die aus der

Gegend stammten	vorw. Lehm	vorw. Sand
genügend versorgt	12,6 %	2,2 %
K_2O-Mangel, genügend P_2O_5	0,7 %	4,3 %
K_2O genügend, P_2O_5-Mangel	44,2 %	23,9 %
Mangel an beiden Nährst.	42,5 %	69,6 %

Ohne weiteres erkennt man die bessere Versorgung der Lehmböden mit Nährstoffen (namentlich Kali), noch deutlicher wird sie bei folgender Zusammenstellung:

Tabelle 13.

Es enthielten von	üb. 35 mg K_2O	35—18 mg K_2O	unt. 18 mg K_2O
301 Lehmböden	27 = 9 %	144 = 48 %	130 = 43 %
46 Sandböden	0	12 = 26 %	34 = 74 %
	üb. 12 mg P_2O_5	12 — 8 mg	unt. 8 mg P_2O_5
301 Lehmböden	7 = 2 %	33 = 11 %	261 = 87 %
46 Sandböden	0	3 = 7 %	43 = 93 %

Demnach sind die mecklenburgischen Böden, besonders die Sandböden, nur schlecht mit Nährstoffen versorgt. Es sei noch ausdrücklich bemerkt, daß die Grenzzahlen nur zur statistischen Vergleichbarkeit herangezogen sind, sie geben nicht direkt einen Maßstab für die Düngerbedürftigkeit der Böden. Denn es ist nicht möglich, starre Grenzwerte zur Düngerberechnung anzugeben, da diese von vielen anderen Faktoren abhängig sind. Es sei nur an die klimatischen Verhältnisse erinnert, die in Mecklenburg erheblich ungünstiger liegen als in Mitteldeutschland, so daß wir hier nie mit denselben Höchsternten rechnen können. Trotz alledem werden die Erträge durch eine stärkere Düngung noch erheblich gesteigert werden können.

Daß für die rationelle Anwendung künstlicher Düngermittel die Bodenuntersuchungen nach der Keimpflanzmethode von entschiedener Bedeutung sind, haben *Neubauer* [16]), *Meyer* [19]) und *Opitz* nachgewiesen. Sie fanden bei der Untersuchung mehrerer Schläge eines Gutes stets erhebliche Unterschiede im Nährstoffvorrat.

Die hiesigen Untersuchungen zeigen dasselbe Bild, dafür einige Beispiele:

Tabelle 14.

Gut	Zahl d. Proben	nach Neubauer in 100 g trocknem Boden mg K_2O Schwankung	Mittel	mg P_2O_5 Schwankung	Mittel
1	18	7,6—17,6	12,2	1,8—6,9	3,9
2	18	11,6—21,6	16,6	2,2—6,0	3,6
3	11	12,8—28,8	19,6	2,1—8,8	5,5
4	11	20,6—81,8	33,0	3,3—15,7	6,0
5	10	16,6—31,1	24,0	4,4—11,8	7,8
6	9	5,3—26,5	13,6	1,4—6,7	3,9
7	8	35,1—77,7	64,1	8,3—18,4	10,9

Diese Zahlen geben einem Wirtschaftsleiter einen sehr wertvollen Einblick in den Düngungszustand seines Gutes. Er hat damit ein Hilfsmittel von großer Be-

deutung in der Hand, um seine ihm zur Verfügung stehenden Düngemittel nicht mehr mechanisch anzuwenden, sondern er kann sie den Schlägen geben, die ihm die größte Rente versprechen. Auf sehr reichlich versorgten Teilen kann er eine Düngung sparen, um dort nachzuhelfen, wo nur geringe Mengen gefunden wurden. Daß der Unterschied in der Nährstoffversorgung eines Gutes solche Schwankungen aufweist, war nicht anzunehmen. Es beweist dies aber um so deutlicher, von welch einer Bedeutung die Untersuchung sämtlicher Schläge ist. Durch seine schnelle und billige Ausführung ist das *Neubauer*sche Verfahren mit in erster Linie dazu berufen, einer Verschwendung von Düngermitteln vorzubeugen und eine wirtschaftliche Anwendung zu gewährleisten.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Nach den vorliegenden Untersuchungen hat das *Neubauer*sche Verfahren eine große Bedeutung für die gesamte Landwirtschaft.

Die Methodik kann noch durch Abänderungen verbessert werden. Durch Anwendung von nur 75 Körnern wird Zeit und Arbeit gespart werden und der unvermeidliche Fehler herabgesetzt werden können. Eine Verkürzung der Vegetationszeit um einige Tage scheint angebracht zu sein, um die größte Menge Nährstoffe aufzunehmen und Verluste zu vermeiden.

Die Roggensorte muß bestes Saatgut sein. Die Anwendung einer einheitlichen Sorte ist erstrebenswert, um für alle Versuche eine einheitliche Grundlage zu haben.

Beim Vergleich mit Feldversuchen zeigen sich häufig große Unterschiede, die den *Neubauer*ergebnissen vorläufig nur einen bedingt quantitativen Wert geben. Die Unstimmigkeiten sind teilweise durch die Art der Bodenprobeentnahme hervorgerufen, der große Sorgfalt zuzuwenden ist. Von Schlägen, die große Bodenverschiedenheiten zeigen, ist eine einwandfreie Durchschnittsprobe nicht zu erhalten. Hier müssen

extreme Stellen gesondert untersucht werden, will man brauchbare Resultate erzielen.

Im Untergrund sind im allgemeinen nur geringe Nährstoffmengen enthalten, deren Löslichkeit geringer ist als in der Krume. Dennoch ist eine gesonderte Untersuchung des Untergrundes zu empfehlen, da Fälle von höherem Gehalt an Kali und Phosphorsäure vorkommen und diese Mengen für tiefwurzelnde Pflanzen von Bedeutung sind.

Da die Grenzzahlen noch sehr unsicher sind, sichere Zahlen sich auch schwer feststellen lassen, liegt der Hauptwert der Methode nicht in der quantitativen Berechnung der anzuwendenden Düngemittel. Er liegt in der Möglichkeit, für ein Gut über das Verhältnis des Nährstoffvorrates aller Schläge untereinander schnell einen Ueberblick zu bekommen. Dadurch wird eine feste Grundlage für die rationelle Anwendung von Düngemitteln geschaffen.

Tabelle I.

(Verschiedene Aussaatmenge.)

Zahl der gesäten Körner	Zahl d. Pflz.	Gew. der Körn.	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O	Mittel	mg P_2O_5	Mittel
100	87	4,24	11,08		6,45	
„	88	4,35	11,41	11,69	7,36	6,94
				± 0,458		± 0,264
„	83	4,33	12,59		7,00	
75	56	3,09	11,83		5,37	
„	57	3,10	10,75	11,37	3,28	4,06
				± 0,323		± 0,659
„	63	3,20	11,54		3,53	
50	37	2,02	11,62		3,34	
„	38	2,01	13,68	12,71	4,49	4,23
				± 0,597		± 0,454
„	39	2,19	12,83		4,85	

Tabelle II.

(Verschiedene Vegetationszeit.)

Vegationszeit	Gew. der Körn.	Zahl der Pflz.	Blinder Versuch. mg K_2O je 1 g Körner		mg P_2O_5 je 1 g Körner	
10 Tg.	4,13	78	5,11		6,46	
„ „	4,17	80	4,94	4,95	6,60	6,55
				± 0,090		± 0,044
„ „	4,18	81	4,80		6,58	
14 Tg.	3,82	75	5,28		5,91	
„ „	3,91	81	5,35	5,29	5,35	5,72
				± 0,029		± 0,183
„ „	3,96	85	5,25		5,90	
18 Tg.	4,03	79	5,20		5,51	
„ „	4,03	74	4,95	5,23	4,92	5,44
				± 0,171		± 0,285
„ „	4,06	76	5,54		5,90	

Versuch I.

Vegetations-zeit	Gew. d.Körn.	Zahl d. Pflz.	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O	Mittel	mg P_2O_5	Mittel
	g					
10 Tg.	4,20	88	16,75		6,35	
„ „	4,20	86	17,07	16,36	7,09	6,24
				± 0,559		± 0,522
„ „	4,27	96	15,25		5,29	
14 Tg.	3,90	79	17,89		7,07	
„ „	3,91	86	18,46	18,11	8,63	7,25
				± 0,176		± 0,753
„ „	3,92	85	17,98		6,04	
18 Tg.	4,02	87	18,20		8,64	
„ „	4,02	76	18,75	18,75	8,16	8,26
				± 0,314		± 0,195
„ „	4,03	84	19,29		7,97	
			Versuch II.			
10 Tg.	3,85	80	22,21		2,30	
„ „	3,91	74	21,70	22,63	3,01	2,88
				± 0,69		± 0,303
„ „	3,88	83	23,98		3,33	
14 Tg.	4,00	80	26,45		9,06	
„ „	4,01	86	27,43	26,94	8,31	8,47
				± 0,283		± 0,307
„ „	4,01	83	26,95		8,03	
18 Tg.	4,06	81	27,24		8,83	
„ „	4,08	84	25,98	27,27	10,12	9,74
				± 0,750		± 0,459
„ „	4,08	91	28,58		10,28	

Tabelle III.

Vergleich zwischen Brandts Marienroggen und Lischower Roggen.

Marienroggen.

Boden	Zahl der Pflanzen	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O		mg P_2O_5	
			Mittel		Mittel
58 a	44	15,63		5,08	
58 b	43	16,78	16,21	5,50	5,29
59 a	38	21,38		6,99	
59 b	37	21,38	21,38	7,46	7,23
60 a	32	13,59		2,72	
60 b	47	18,66	16,13	6,48	
61 a	57	20,39		5,54	
61 b	49	18,64	19,52	5,98	5,76
72 a	46	30,64		3,12	
72 b	57	31,54	31,09	5,55	4,34
73 a	52	65,68		10,30	
73 b	34	38,98		4,59	
74 a	54	34,64		3,65	
74 b	55	36,27	35,46	2,22	2,94
75 a	48	35,78		3,40	
75 b	55	34,47	35,13	4,64	4,02
		Lischower Roggen.			
58 a	78	14,71		6,39	
58 b	83	16,38	15,54	5,46	5,93
59 a	83	26,96		10,67	
59 b	85	24,99	25,98	12,22	11,45
60 a	82	16,75		9,81	
60 b	76	16,64	16,70	8,72	9,26
61 a	87	13,83		6,41	
61 b	84	15,51	14,67	5,23	5,82
72 a	87	37,96		7,07	
72 b	82	35,83	36,90	6,76	6,92
73 a	83	78,57		16,06	
73 b	78	85,10	81,85	15,50	15,78
74 a	88	37,30		2,55	
74 b	97	38,91	38,12	5,59	4,07
75 a	85	39,60		4,16	
75 b	84	40,66	40,13	5,40	4,78

Tabelle IV.

Neubauer im Vergleich zum Feldversuch.

Bd. Nr.	Bodenart u. Frucht	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O	Mittel	mg P_2O_5	Mittel	Beim Feldversuch reagierte d. Bd. auf K_2O	P_2O_5
12	Lehm	21,56		8,07			
	Bohnen	19,37	19,79	6,91	8,22	nicht	nicht
			± 0,927		± 0,80		
		18,43		9,67			
14	sand. Lehm	15,44		3,96			
	Zuckerrübe	14,57	15,76	2,69	3,97	—	deutl.
			± 0,798		± 0,739		
		17,28		5,25			
15	Lehm	22,00		4,53			
	Futterrübe	21,96	22,36	4,40	4,55	—	etwas
			± 0,376		± 0,094		
		23,11		4,72			
31	Sand	14,74		3,97			
	Hafer	12,68	13,85	3,03	3,63	nicht	schw.
			± 0,544		± 0,30		
		13,94		3,90			

Tabelle IVa.

Düngungsversuche.

Bd. Nr.	Frucht	K_2O Düng. kg je ha	Mehrertrag dz je ha	P_2O_5 Düng. kg je ha	Mehrertrag dz je ha
12	Bohnen	80	—0,54	36	— 0,50
14	Zuckerrüben	—	—	32,50	+22,8
				65,0	+10,6
15	Futterrüben	—	—	35,6	+24
				71,2	+54
31	Hafer	80	—0,48	45	+ 2,5

Tabelle V.

Schläge mit ungleichmäßigen Bodenarten.

Versuchsring Rostock - Ost.

Bd.	Bodenart	Pflanzen	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O		mg P_2O_5	
				Mittel		Mittel
1	schw. sand.	96	12,47		1,05	
	Lehm	91	12,38		1,22	
		99	14,12	12,99	2,86	1,71
				± 0,566		± 0,577
2	stark sand.	96	13,96		0,20	
	Lehm	90	13,62		1,15	
		94	14,54	14,04	0,77	0,71
				± 0,265		± 0,274
3	lehm. Sand	95	10,70		0,29	
		95	13,29		0,74	
		94	12,15	12,05	0,68	0,57
				± 0,786		± 0,14
4	schw. lehm.	97	12,01		2,54	
	Sand	97	11,92		2,01	
		93	10,82	11,58	2,02	2,19
				± 0,38		± 0,172
5	Lehm	93	22,45		3,06	
		99	19,78		3,26	
		93	23,16	21,80	2,98	3,10
				± 0,944		± 0,083
6	Durchschnitts-	97	14,93		2,51	
	probe	90	12,27		1,90	
		95	13,69	13,63	2,32	2,24
				± 0,768		± 0,18

Die chemische Bodenuntersuchung ergab:

	K_2O	P_2O_5		K_2O	P_2O_5
Bd. 1	0,052 %	0,059 %	Bd. 2	0,055 %	0,054 %
Bd. 3	0,083 %	0,066 %	Bd. 4	0,108 %	0,061 %
Bd. 5	0,083 %	0,073 %	Bd. 6	0,058 %	0,063 %

Versuchsring Klütz.

Bd.	Bodenart	Pflanzen	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O		mg P_2O_5	
				Mittel		Mittel
8	schw. sand.	98	16,49		8,43	
	Lehm	99	18,02		8,67	
		94	17,53	17,35	9,08	8,73
				± 0,452		±0,190
9	sand. Lehm	97	13,90		5,57	
	lehm. Sand	95	14,22		4,06	
		99	13,48	13,87	5,43	5,02
				± 0,214		±0,480
10	streng. Lehm	95	49,06		6,07	
		99	48,22		6,14	
		95	48,47	48,58	5,47	5,87
				± 0,249		±0,214
11	stark hum.	95	21,09		6,06	
	Lehmgrund	100	19,92	20,51	5,39	5,73
7	Mischprobe	100	26,59		6,52	
		98	27,41		5,75	
		95	26,34	26,78	4,46	5,58
				± 0,320		±0,601

Die chemische Bodenuntersuchung ergab:

	K_2O	P_2O_5		K_2O	P_2O_5
Bd. 8	0,100 %	0,120 %	Bd. 9	0,093 %	0,094 %
Bd. 10	0,211 %	0,094 %	Bd. 11	0,103 %	0,096 %
Bd. 7	0,110 %	0,097 %			

Versuchsring Goldberg.

Bd.	Bodenart	Pflanzen	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O		mg P_2O_5	
				Mittel		Mittel
17	hum. lehm.	98	31,83		—	
	Sand	99	36,85		10,21	
		97	32,25	33,64	11,18	10,70
				± 1,608		
18	schw. hum.	93	29,25		6,88	

Bd.	Bodenart	Pflanzen	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O		mg P_2O_5	
				Mittel		Mittel
	mild. Lehm	94	32,74		6,52	
		97	34,37	32,12	8,94	7,45
				± 1,509		± 0,753
19	lehm. Sand	90	25,31		3,08	
		95	25,33		3,92	
		100	25,43	25,36	3,73	3,58
				± 0,036		± 0,251
20	schw. lehm	96	22,62		3,31	
	Sand	94	18,17		1,60	
		97	19,97	20,25	2,80	2,57
				± 1,305		± 0,506
21	Sand	95	15,91		0,48	
		85	14,03		0,32	
		94	16,19	15,38	0,34	0,38
				± 0,678		± 0,050
22	lehm. Sand	91	22,43		1,33	
		91	25,78	24,11	1,34	1,34
23	schw. lehm.	98	29,45		1,64	
	Sand	95	24,00		0,47	
		96	30,28	27,91	1,99	1,37
				± 1,961		± 0,467
24	kalkhaltiger	81	23,73		−1,74	
	Sand	86	22,36		−1,88	
		95	25,00	23,70	−0,75	−1,46
				± 0,762		
16	Gesamtschlag	98	30,73		5,14	
		99	26,62		3,78	
		96	26,42	27,92	3,97	4,30
				± 1,405		± 0,424

Die chemische Bodenuntersuchung ergab:

	K_2O	P_2O_5		K_2O	P_2O_5
Bd. 17	0,165 %	0,220 %	Bd. 18	0,157 %	0,115 %
Bd. 19	0,134 %	0,091 %	Bd. 20	0,113 %	0,076 %
Bd. 21	0,093 %	0,076 %	Bd. 22	0,117 %	0,077 %
Bd. 23	0,135 %	0,080 %	Bd. 24	0,105 %	0,067 %
Bd. 16	0,136 %	0,107 %			

Versuchsring Röbel.

Bd.	Bodenart	Pflanzen	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O		mg P_2O_5	
				Mittel		Mittel
25	lehm. Boden	96	20,38		3,61	
		95	17,91		5,52	
		91	18,43	18,91	5,23	4,79
				± 0,752		± 0,594
26	streng. Lehm	98	32,62		7,11	
		98	35,88		7,91	
		96	29,99	32,83	8,07	7,70
				± 1,703		± 0,297
27	steif. merg.	98	36,15		3,78	
	Lehm	97	30,53		3,78	
		98	34,04	33,57	4,03	3,86
				± 1,639		± 0,085
28	guter, milder	97	16,16		1,99	
	Lehm	97	18,45		3,82	
		91	17,18	17,26	1,88	2,56
				± 0,662		± 0,628
29	leicht. schw.	90	23,78		3,44	
	lehm. Sand	94	20,76		3,97	
		94	22,77	22,44	4,71	4,04
				± 0,888		± 0,367
30	Durchschnitts-	99	20,21		5,00	
	probe	95	21,94		5,13	
		97	26,95	23,03	7,34	5,82
				± 2,021		± 0,759

Die chemische Bodenuntersuchung ergab:

	K_2O	P_2O_5		K_2O	P_2O_5
Bd. 25	0,116 %	0,098 %	Bd. 26	0,188 %	0,121 %
Bd. 27	0,203 %	0,108 %	Bd. 29	0,114 %	0,066 %
Bd. 30	0,135 %	0,085 %	Bd. 28	0,105 %	0,068 %

Tabelle VI.

Ackerkrume und Untergrund.

Ackerkrume.

Bd.	Bodenart	Pflz.	Gew.d. Körn.	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O	Mittel	mg P_2O_5	Mittel
32	lehm. Sand	97	3,59	17,53		3,16	
		95	3,59	17,46		3,11	
		95	3,59	16,36	17,12	2,98	3,08
					± 0,379		±0,054
34	Sand	95	3,55	33,05		4,83	
		95	3,54	30,32		4,20	
		96	3,54	32,78	32,05	5,23	4,75
					± 0,869		±0,300
36	schw. lehm.	97	3,51	12,75		1,73	
	Sand	94	3,50	15,46		2,03	
		99	3,51	17,05	15,09	2,01	1,92
					± 1,255		±0,096
38	lehm. Sand	97	3,66	26,18		4,01	
		95	3,62	23,27	24,73	4,96	4,49
40	hum. lehm.	95	3,59	24,71		2,70	
	Sand	97	3,59	23,40		2,59	
		94	3,58	24,23	24,11	3,14	2,81
					± 0,380		±0,168
42	Sand	98	3,52	24,33		3,17	
		96	3,51	21,59		3,25	
		93	3,51	21,59	22,62	2,97	3,13
					± 0,851		±0,083
54	schw. lehm.	92	3,49	19,15		2,40	
	Sand	98	3,50	19,86		2,10	
		96	3,49	21,77	20,26	2,15	2,22
					± 0,782		±0,092

Die chemische Bodenuntersuchung ergab:

	K_2O	P_2O_5		K_2O	P_2O_5
Bd. 32	0,073 %	0,063 %	Bd. 34	0,093 %	0,070 %
Bd. 36	0,075 %	0,053 %	Bd. 38	0,080 %	0,057 %
Bd. 40	0,068 %	0,058 %	Bd. 42	0,084 %	0,042 %
Bd. 54	0,106 %	0,066 %			

Untergrund.

Bd.	Bodenart	Pflz.	Gew.d. Körn.	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O	Mittel	mg P_2O_5	Mittel
33	Sand	98	3,60	7,70		0,92	
		94	3,60	10,12	8,91	0,90	0,91
35	Sand	97	3,57	13,58		1,96	
		95	3,58	13,09		2,40	
		98	3,58	12,73	13,13	1,91	2,09
					± 0,247		± 0,155
37	mild. Lehm	98	3,50	21,59		3,41	
		92	3,50	21,27		3,38	
		91	3,49	22,42	21,76	4,28	3,69
					± 0,341		± 0,293
39	mild. Lehm	95	3,54	14,89		1,84	
		98	3,54	14,81		1,47	
		96	3,55	15,84	15,18	1,07	1,46
					± 0,330		± 0,222
41	mild. Lehm	98	3,54	13,27		1,61	
		97	3,53	12,68		1,15	
		99	3,53	14,51	13,49	2,33	1,70
					± 0,39		± 0,342
43	lehm. Sand	96	3,57	16,22		2,23	
		96	3,57	15,50		2,56	
		95	3,56	14,79	15,50	2,85	2,55
					± 0,412		± 0,179
55	schw. lehm.	95	3,64	8,39		0,80	
	Sand	92	3,61	8,88		1,00	
		97	3,40	8,22	8,50	0,69	0,83
					± 0,195		± 0,090

Die chemische Bodenuntersuchung ergab:

	K_2O	P_2O_5		K_2O	P_2O_5
Bd. 33	0,046 %	0,049 %	Bd. 35	0,051 %	0,069 %
Bd. 37	0,091 %	0,044 %	Bd. 39	0,077 %	0,044 %
Bd. 41	0,070 %	0,068 %	Bd. 43	0,073 %	0,061 %
Bd. 55	0,058 %	0,057 %			

Tabelle VII.

Ackerkrume, Untergrund, Mischung.

Ackerkrume.

Bd.	Bodenart	Pflz.	Gew.d. Körn.	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O		mg P_2O_5	
					Mittel		Mittel
50	hum. Sand	92	3,70	47,18		8,62	
		98	3,43	48,07		8,40	
		95	3,39	46,34	47,20	—	8,51
					± 0,500		
53	sand. Hums.	98	3,68	34,83		8,80	
		97	3,55	34,61		8,22	
		95	3,57	35,94	35,13	8,49	8,50
					± 0,416		± 0,167
56	sand. Lehm	97	3,58	17,80		5,94	
		93	3,41	17,81		4,62	
		92	3,54	17,27	17,63	4,28	4,95
					± 0,178		± 0,505
62	sand. Lehm	99	3,46	25,51		4,68	
		96	3,43	23,44		4,39	
		97	3,50	25,97	24,97	—	4,54
					± 0,777		
65	Lehm	95	3,20	26,09		4,21	
		96	3,35	22,91		4,13	
		95	3,31	21,87	23,62	4,60	4,31
					± 1,269		± 0,145
68	sand. Lehm	98	3,44	39,32		5,97	
		96	3,39	40,53		5,74	
		97	3,55	37,95	39,27	5,29	5,67
					± 0,744		± 0,200

Die chemische Bodenanalyse ergab:

	K_2O	P_2O_5		K_2O	P_2O_5
Bd. 50	0,123 %	0,094 %	Bd. 53	0,107 %	0,084 %
Bd. 56	0,103 %	0,087 %	Bd. 62	0,130 %	0,063 %
Bd. 65	0,127 %	0,078 %	Bd. 68	0,162 %	0,097 %

Bd.	Bodenart	Pflz.	Gew.d. Körn.	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O	Mittel	mg P_2O_5	Mittel
48	kies. Sand	93	3,42	12,67		2,61	
		94	3,61	12,52		2,38	
		96	3,37	13,63	12,94	3,04	2,68
					± 0,346		± 0,193
51	lehm. Sand	100	3,51	14,53		2,78	
		96	3,46	14,99		2,36	
		98	3,48	15,91	15,14	1,39	2,18
					± 0,406		± 0,416
57	sand. Lehm	99	3,43	10,61		7,22	
		100	3,68	11,74		6,84	
		96	3,68	11,43	11,26	7,39	7,15
					± 0,336		± 0,162
63	sand. Lehm	93	3,30	14,91		2,70	
		100	3,39	12,44		1,96	
		97	3,39	14,92	14,09	1,38	2,01
					± 0,824		± 0,382
66	Lehm	99	3,43	18,62		2,61	
		94	3,61	17,71		2,43	
		98	3,44	17,50	17,94	2,97	2,67
					± 0,342		± 0,158
69	Lehm	96	3,43	17,50		3,15	
		97	3,54	19,30		3,59	
		97	3,39	17,41	18,07	3,20	3,31
					± 0,615		± 0,139

Die chemische Bodenanalyse ergab:

	K_2O	P_2O_5		K_2O	P_2O_5
Bd. 48	0,065 %	0,059 %	Bd. 51	0,089 %	0,057 %
Bd. 57	0,079 %	0,093 %	Bd. 63	0,073 %	0,062 %
Bd. 66	0,064 %	0,053 %	Bd. 69	0,100 %	0,068 %

Mischung.

Bd.	Bodenart	Pflz.	Gew.d. Körn.	100 g trockner Boden lieferten mg K_2O		mg P_2O_5	
					Mittel		Mittel
49	hum. Sand	95	3,50	53,41		6,12	
		96	3,70	50,95		5,35	
					52,18		5,74
52	hum. Sand	98	3,71	19,49		2,75	
		100	3,61	19,35		3,53	
		95	3,33	19,35	19,40	2,45	2,91
					± 0,046		± 0,321
58		99	3,40	14,95		6,32	
		97	3,54	14,33		6,94	
		96	3,30	15,36	14,88	6,24	6,50
					± 0,297		± 0,220
64		97	3,26	17,66		2,40	
		95	3,55	19,63		3,22	
		99	3,27	19,52	18,94	3,33	2,98
					± 0,638		± 0,294
67		94	3,28	21,66		3,60	
		99	3,59	19,47		3,90	
		95	3,55	18,44	19,86	3,79	3,76
					± 0,949		± 0,088
70		97	3,52	30,52		5,22	
		96	3,43	28,11		4,92	
		97	3,44	27,19	28,61	4,56	4,90
					± 0,992		± 0,190

Die chemische Bodenanalyse ergab:

	K_2O	P_2O_5		K_2O	P_2O_5
Bd. 49	0,095 %	0,080 %	Bd. 52	0,097 %	0,061 %
Bd. 58	0,090 %	0,090 %	Bd. 64	0,100 %	0,065 %
Bd. 67	0,097 %	0,062 %	Bd. 70	0,143 %	0,092 %

Literatur.

1) Neubauer u. Schneider: Zeitschr. f. Pflanzenernähr. u. Düng., 23. A., 329.
2) Engels u. Hirschberger: Landw. Jahrbücher, 60, 379.
3) Kling: Illustr. landw. Zeitg., 1925, 278.
4) Opitz: Edler Festschrift, Parey 1925.
5) Mitscherlich: Die Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens. Parey 1924.
6) Lemmermann: Zeitschr. f. Pflanzenernähr. u. Düng., 1925. B. 37, 233.
7) Lambert: Ernährung d. Pflanze, 1925, S. 137.
8) Roemer: Illustr. landw. Zeitung, 1924, 17.
9) D.L.G. 1925, S. 106.
10) D.L.G. 1924, 234.
11) Egner: Neubauers Methode. Stockholm 1925.
12) Densch: Zeitschr. f. Pflanzenernähr. u. Düng, 1925, B. Heft 8.
13) Spuiy: Ebenda, 1924, A. 281.
14) Neubauer: Illustr. landw. Zeitg., 1925, 182.
15) Schirren: Meckl. landw. Wochenschrift, 1925, 404.
16) Neubauer: D.L.G. 1925, 189.
17) Göttsch: Meckl. landw. Wochenschrift, 1925, Nr. 40.
18) Geinitz: Geologie Mecklenburgs. Hinstorff 1922.
19) Meyer: Ernährung der Pflanze, 1925, 101.

Lebenslauf.

Ich, *Karl* Gustav Heinrich Ernst *Steinfatt,* wurde am 28. Juli 1898 zu *Warin* i. Meckl. geboren als Sohn des verstorbenen Bürgermeisters und Rechtsanwalts Heinrich Steinfatt daselbst und seiner Ehefrau Emma, geb. Reinke.

Ich besitze die meckl.-schwer. Staatsangehörigkeit.

Vom 7.—11. Lebensjahre besuchte ich die Volksschule meiner Heimatstadt, wurde Ostern 1910 in die Quarta des Gymnasiums zu Wismar aufgenommen und bestand hier im November 1916 die Kriegsreifeprüfung. Im Dezember 1916 wurde ich zum Militär eingezogen und nahm als Pionier an den Kämpfen in Frankreich bis zum Schluß des Krieges teil.

Seit Ostern 1919 bin ich in der philosophischen Fakultät der Universität Rostock immatrikuliert.

Am 8. Juli 1922 bestand ich das erste, und am 16. Februar 1924 das zweite chemische Verbandsexamen. Seit 1. Mai 1924 arbeitete ich auf der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Rostock unter Leitung von Herrn Prof. Dr. Honcamp an der vorstehenden Arbeit.

Ich möchte nicht verfehlen, meinem verehrten Lehrer für seine Anregungen und für das Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank zu sagen.